ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

MEBİ

KONU ÖZETLERİ

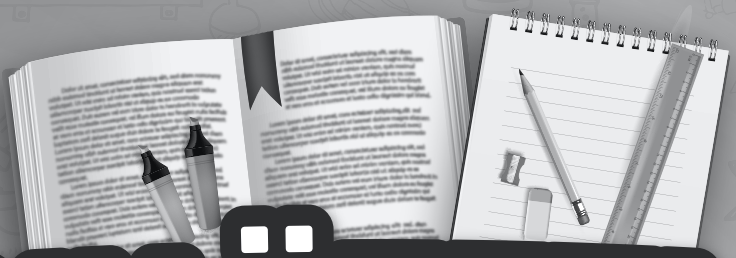
KİMYA

AYT

- Zengin ve Anlaşılır İçerik
- Hızlı ve Etkili Öğrenme
- Görsel Destekli Anlatım

ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

MEBİ



KONU ÖZETLERİ

KİMYA

AYT

Zengin ve Anlaşılır İçerik

Hızlı ve Etkili Öğrenme

Görsel Destekli Anlatım

MEBİ AYT KONU ÖZETLERİ - KİMYA

ISBN 978-975-11-8471-9

Yazar KOMİSYON

mebi.eba.gov.tr

Bu yayının tüm yayın hakları Millî Eğitim Bakanlığı'na aittir. Hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz veya kullandırılamaz. Bu kitabın ve kitapta yer alan içeriklerin ticari amaçla kullanılması, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Yasası'na aykırıdır. Aykırı davrananlar hakkında hukuki ve cezai her türlü başvuru hakkı saklıdır.

Millî Eğitim Bakanlığı
Atatürk Bulvarı No: 98
Bakanlıklar / ANKARA
Tel: 0312 4132680
0312 4132681
0312 4131838
www.meb.gov.tr

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY

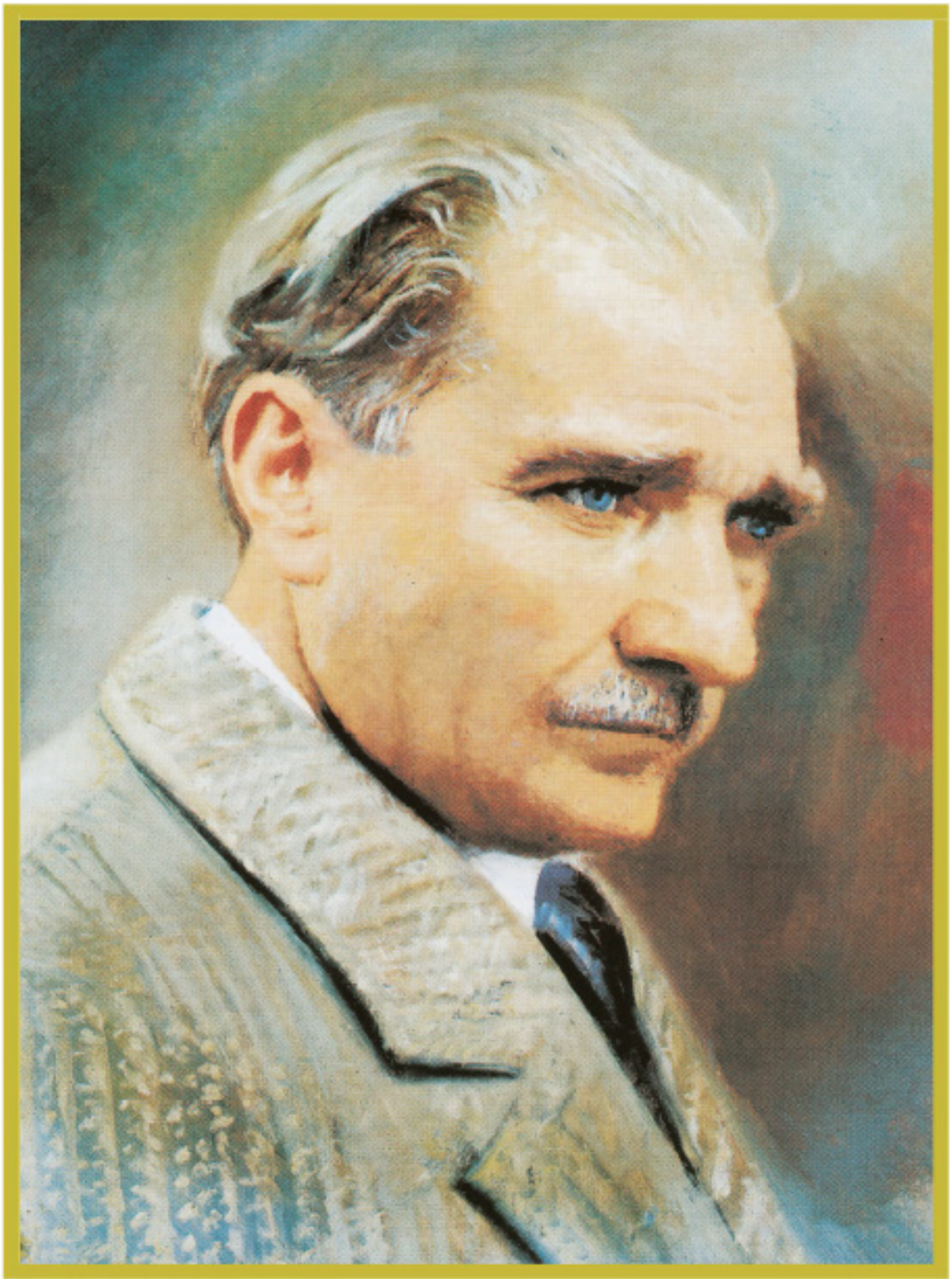
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

1. Atomun Kuantum Modeli 9
2. Periyodik Sistem ve Elektron Dizilimleri 14
3. Periyodik Özellikler 17
4. Elementleri Tanıyalım 22
5. Yükseltgenme Basamakları 27
6. Gazların Özellikleri ve Gaz Yasaları 29
7. İdeal Gaz Yasası 35
8. Gazlarda Kinetik Teori - Gaz Karışımları 36
9. Gerçek Gazlar 40
10. Çözücü - Çözünen Etkileşimleri 44
11. Derişim Birimleri 46
12. Koligatif Özellikler 49
13. Çözünürlük ve Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler 52
14. Tepkimelerde Isı Değişimi - Oluşum Entalpisi 55
15. Bağ Enerjileri - Tepkime Isılarının Toplanabilirliği 59
16. Tepkime Hızları 61
17. Tepkime Hızını Etkileyen Faktörler 64
18. Kimyasal Denge - Dengeyi Etkileyen Faktörler 68
19. Sulu Çözelti Dengeleri 74
20. Tampon Çözeltiler - Tuzlar - Titrasyon 79
21. Çözünme - Çökelme Tepkimeleri 82
22. İndirgenme - Yükseltgenme Tepkimelerinde Elektrik Akımı 84
23. Elektrotlar, Elektrolit Ve Yarı Hücreler 87
24. Elektrot Potansiyelleri 89
25. Kimyasallardan Elektrik Üretimi 96
26. Elektroliz 97
27. Korozyon 100
28. Anorganik ve Organik Bileşikler - Basit Formül ve Molekül Formülü 101
29. Doğada Karbon 103
30. Lewis Formülleri - Hibritleşme - Molekül Geometrileri 105
31. Hidrokarbonlar ve Fonksiyonel Gruplar 109
32. Alkanlar 111
33. Alkenler 118
34. Alkinler 120
35. Aromatik Hidrokarbonlar 122
36. Alkoller 124
37. Eterler 128
38. Aldehitler 130

39. Ketonlar 133
40. Karboksilik Asitler 135
41. Esterler 138
42. Fosil Yakıtlar - Alternatif Enerji Kaynakları 140
43. Sürdürülebilirlik - Nanoteknoloji 149

ATOMUN KUANTUM MODELİ

- Atom fikri MÖ 5. yüzyıla dayanır.
- Democritus (MÖ 460) atom fikrini ortaya atan ilk simyacıdır. Maddenin bölünemeyen en küçük parçacığına "atomos" adını vermiştir.

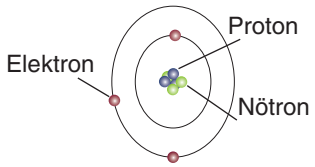
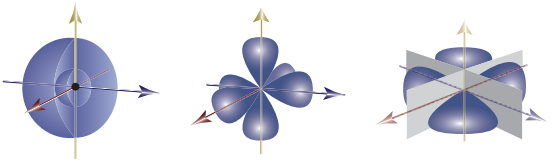
- Deneysel gözlemlere dayanarak atomun yapısını ve davranışını akılcı bir şekilde açıklayan şekillere "atom modeli" denir. Modellerin yetersizliği hâlinde yeni modeller önerilir.
- 1803 yılından günümüzde kullanılan "Modern Atom Teorisi"ne kadar beş atom modeli geliştirilmiştir.

1803	1897	1912	1913	BUGÜN
J. Dalton	**J. J. Thomson**	**E. Rutherford**	**N. Bohr**	Modern Atom Teorisi
Bilimsel anlamdaki ilk atom modelini açıklamıştır.	"+" ve "–" yüklerin homojen olarak dağıldığı atom modelini önermiştir.	"+" yüklerin atom çekirdeğinde bulunduğunu açıklamıştır.	"–" yüklerin çekirdek etrafındaki yörüngelerde dairesel hareketler yaptığı bir model önermiştir.	

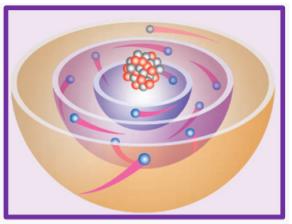
Max Planck tarafından öne sürülen kuantum kuramının gelişmesinde birçok bilim insanının katkısı olmuştur.

1873	1900	1905	1924	1926
J. C. Maxwell	**Max Planck**	**Albert Einstein**	**Louis de Broglie**	**E. Schrödinger**
Işığın elektromanyetik dalgalardan oluştuğunu ve ışımayı açıkladı.	Cisimlerin yaydıkları ışıma ile dalga boyu arasındaki ilişkiyi göstermek için kuantum kuramını açıkladı.	Metal yüzeyine belirli frekansta ışık düşürüldüğünde gerçekleşen fotoelektrik olayını açıkladı.	Elektron gibi parçacıkların da dalga özelliği gösterdiğini açıkladı.	Önerdiği dalga denkleminin çözümünden elektronların konum olasılıklarını gösteren bölgeler ortaya çıkmıştır.

YÖRÜNGE VE ORBİTAL KAVRAMLARI

 **YÖRÜNGE**	 **ORBİTAL**
Niels Bohr tarafından 1913 yılında ortaya konmuş olan atom teorisinde ifade edilen bir kavramdır.	Bohr modelinin eksiklikleri üzerine de Broglie (1926), Heisenberg (1927) ve Schrödinger (1926) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda geliştirilmiş olan modern atom teorisinde ifade edilen bir kavramdır.
Yalnız bir elektronlu atom ve iyonların davranışlarını açıklar.	Dalga mekaniği çok elektronlu atomların davranışını açıklamak için kuantum sayılarını kullanır.
Bohr Atom Modeli'ne "yörüngeli model" de denir.	Modern Atom Teorisi'ne "bulut modeli" de denir.
Elektronlar çekirdekten belirli uzaklıkta ve yarıçapları belirli olan dairesel (çizgisel) yörüngelerde düzlemsel hareket eder.	Elektronlar farklı şekillerdeki orbitallerde üç boyutlu olarak hareket eder. Kuantum kuramında elektronlar en büyük olasılıkta bulunabilecekleri en yüksek yük yoğunluğuna sahip uzay bölgelerinde (orbital) hareket eder.
Her yörüngede belirli sayıda elektron bulunur.	Her orbitalde en fazla 2 elektron bulunabilir.

BOHR ATOM MODELİ



BOHR ATOM MODELİ'NİN KABULLERİ

- Yörüngeli model olarak bilinir.
- Yörüngelere, enerji düzeyi (seviyesi) katman veya kabuk adı verilir.
- Çekirdeğe en uzak kabuk maksimum enerjiye sahiptir.
- Elektron, dışarıdan enerji alarak daha yüksek enerji düzeyine geçtiğinde atom "uyarılmış atom" olarak tanımlanır. Uyarılmış hâlden temel hâle geçerken aldığı enerjiyi ışıma yaparak geri verir.
- Her bir atomun spektrumu kendisine özgüdür.

Bohr Atom Modeli'nin sınırlıkları sebebiyle "Modern Atom Teorisi" geliştirilmiştir.

BOHR ATOM MODELİ'NİN SINIRLILIKLARI

- Yalnız $_1H$, $_2He^+$, $_3Li^{2+}$ gibi tek elektronlu türlerin davranışlarını inceler. Çok elektronlu türlerin davranışlarını açıklayamaz.
- Spektrumdaki parlak renkleri ve alt çizgileri açıklayamaz.
- Dairesel hareket eden elektronun neden çekirdeğe düşmediğini açıklayamaz.
- Elektronun neden öngörülen yörünge dışında bulunamayacağını açıklayamaz.
- Modern Atom Teorisi'ne göre elektron dalga özelliğine sahip olduğundan hareket dairesel değildir.
- Kimyasal bağ oluşumunu ve radyoaktif olayları açıklayamaz.

KUANTUM SAYILARI

Elektronların bulunma olasılıklarının yüksek olduğu bölgeler yani orbitaller Schrödinger dalga denkleminin çözümlenmesi ile ortaya çıkar. Dalga fonksiyonları da kuantum sayıları ile gösterilir.

- Baş kuantum sayısı
- (Birincil kuantum sayısı)
- n = 1, 2, 3, 4... tam sayı değerleri veya K, L, M, N, O... harfleriyle de ifade edilebilir.
- Enerji düzeyi = Kabuk
- n arttıkça elektronun çekirdeğe olan uzaklığı ve potansiyel enerjisi artar.

- Manyetik kuantum sayısı
- 0 (sıfır) da dahil $-\ell$ ile $+\ell$ arasındaki tüm değerleri alır.
- $m_\ell = (2\ell+1)$ tane değer alır.
- s: 0

  p: -1, 0, +1

  d: -2, -1, 0, +1, +2

KRİTİK BİLGİ

Atomda bulunan bir elektronun yerini belirlemek için üç kuantum sayısı vardır:

1. Baş kuantum sayısı (n)
2. Açısal momentum kuantum sayısı (ℓ)
3. Manyetik kuantum sayısı (m_ℓ)

Spin kuantum sayısı (m_s), elektronun yerini değil elektronun dönüş yönünü belirler.

- Açısal momentum kuantum sayısı
- (İkincil (yan) kuantum sayısı)
- Orbitalin türünü ve şeklini verir.
- ℓ = 0... (n – 1)

- ℓ = 0 → s orbitali

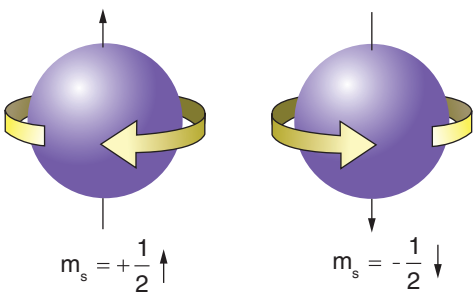
  1 → p orbitali

  2 → d orbitali

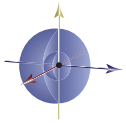
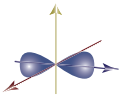
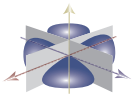
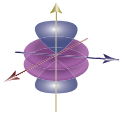
  3 → f orbitali
- Baş kuantum, enerji seviyelerinin alt enerji seviyelerine ayrıldığını gösterir.
- (n + ℓ) değeri orbitallerden hangisinin daha yüksek enerjili olduğunu belirler. Bu değer, iki orbitalde eşitse "n" değerlerine bakılır.

4p	<	5s
(n + ℓ) = 5		(n + ℓ) = 5
n = 4		n = 5

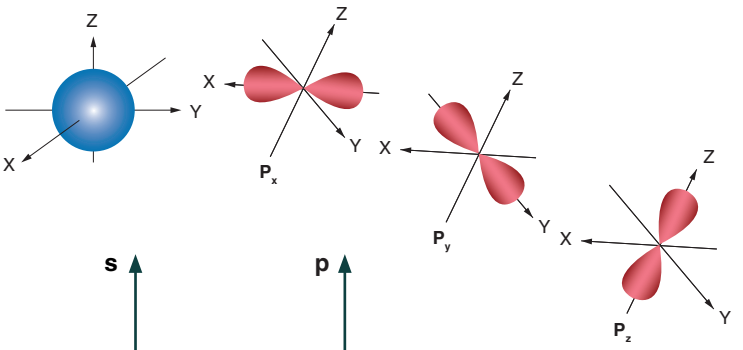
- Spin kuantum sayısı
- Elektron dönüş yönünü gösterir.
- Saat yönü ve saatin ters yönü $\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$ (↑, ↓)
- Spin kuantum sayısı Schrödinger dalga denklemi sonuçlarından değildir.



ORBİTALLERİN ÖZELLİKLERİ

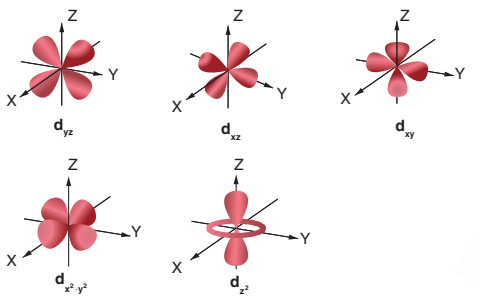
Orbital	Şekil	Orbital Sayısı	Bulunduğu Enerji Seviyesi	Orbital Şeması	İçerdiği Maksimum e^- Sayısı $2(2\ell+1)$
s (sharp)		1 (s)	1. seviye ve sonrası	○	2 (s^2)
p (principal)		3 (p_x, p_y, p_z)	2. seviye ve sonrası	○○○	6 (p^6)
d (diffuse)		5 (d_{z^2}, $d_{x^2-y^2}$, d_{xy}, d_{xz}, d_{yz})	3. seviye ve sonrası	○○○○○	10 (d^{10})
f (fundamental)		7	4. seviye ve sonrası	○○○○○○○	14 (f^{14})

Kuantum Sayıları	
n = 1 ℓ = 0 m_ℓ değeri 1 tane	○ m_ℓ = 0
n = 2 ℓ = 1 m_ℓ değeri 3 tane	○○○ -1 0 +1
n = 3 ℓ = 2 m_ℓ değeri 5 tane	○○○○○ -2 -1 0 +1 +2
n = 4 ℓ = 3 m_ℓ değeri 7 tane	○○○○○○○ -3 -2 -1 0 +1 +2 +3

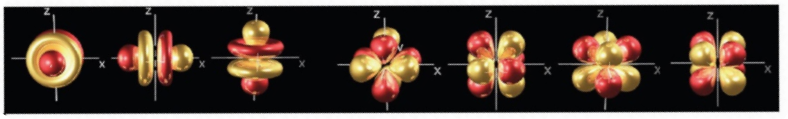


ORBİTALLERİN ŞEKİLLERİ

- Orbital özelliğini gösteren dalga fonksiyonu çekirdekten sonsuza uzadığından şekil tam olarak bilinemez.
- "s" orbitali küreseldir. Baş kuantum sayısı arttıkça s orbitalinin büyüklüğü ve enerjisi artar.
- "p" orbitali çekirdeğin iki tarafında zıt yönelmiş iki ayrı lobdan oluşan elektron bulutudur.
- "d" orbitalleri kompleks şekillere sahiptir.
- "f" orbitalleri d orbitallerinden daha kompleks şekillere sahiptir.



f



ORBİTALLERİN ENERJİ SEVİYELERİNİN SIRALANMASI

- Orbitallerin enerjileri Kletchowski - Madelung ilkesine göre "n + ℓ" değerinin artmasıyla yükselir.
- "n + ℓ" değerlerinin aynı olması durumunda "n" sayısı büyük olan orbitalin enerjisi daha yüksektir.
- 3d ile 4s orbital çiftlerinin enerji seviyeleri karşılaştırılırsa

  3d için n + ℓ = 3 +2 = 5

  4s için n + ℓ = 4 + 0 = 4

  n + ℓ değeri büyük olan orbitalin enerjisi de daha yüksektir.

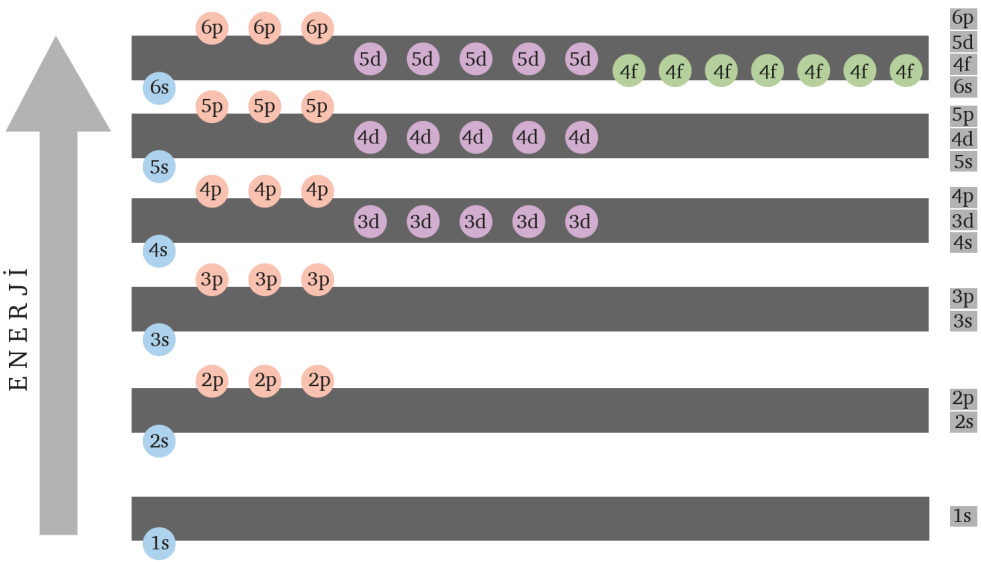
  Yani enerji seviyeleri arasında 3d > 4s ilişkisi bulunur.
- 4d ile 5p orbital çiftlerinin enerji seviyeleri karşılaştırılırsa

  4d için n + ℓ = 4 + 2 = 6

  5p için n + ℓ = 5 +1 = 6

  n + ℓ değerleri eşit olduğunda n sayısı büyük olanın orbital enerjisi de yüksek olur.

  Yani enerji seviyeleri arasında 5p > 4d ilişkisi bulunur.



Orbitallerin Enerji Düzeyleri

Orbitaller ve orbitallerdeki elektronlar "orbital şeması" ile gösterilebilir.

Boş orbital: ☐ Yarı dolu orbital: ↑ Dolu orbital: ↑↓

Çok elektronlu türlerin (atom, iyon) elektron dizilişini yazmak hidrojen atomununki kadar kolay değildir. Uyulması gereken kurallar vardır!

$_1H$: $1s^1$ — 1: Orbitaldeki elektron sayısı; s: Orbital türü (ℓ); 1: Baş kuantum sayısı (n)

ORBİTALLERDE ELEKTRONLARIN YERLEŞİM KURALLARI

HUND KURALI

- Elektronlar eş enerjili orbitallere, önce aynı spinli olarak birer birer daha sonra zıt spinli olarak ikinciler yerleştirilir.

P^1: ↑ ☐ ☐ ya da ☐ ↑ ☐ ya da ☐ ☐ ↑
doğru doğru doğru

p^2: ↑ ↑ ☐ ya da ☐ ↓ ↓ ya da ↑↓ ☐ ☐
doğru doğru yanlış

p^3: ↑ ↑ ↑ ya da ↓ ↓ ↓ ya da ↑↓ ↑ ☐
doğru doğru yanlış

PAULİ İLKESİ

- Bir atomdaki iki elektronun 4 kuantum sayısıda birbirine eşit olamaz. n, ℓ ve m_ℓ değerleri eşit olsa bile m_s değerleri farklıdır.

  Yani bir orbitale en fazla zıt spinli iki elektron yerleşebilir. Aynı orbitalde bulunan 2 elektronun spini ters olmalıdır.

  $_2He$: $1s^2$ ↑↓ doğru ↓↓ yanlış

AUFBAU KURALI

- Orbitallere elektronlar, düşük enerji seviyesinden yüksek enerji seviyesine doğru yerleştirilir.
- Aufbau kuralı, Pauli ve Hund kurallarını içerir.
- $_{24}Cr$ ve $_{29}Cu$ dizilimleri kuralın istisnalarıdır.
- Orbitallerin enerji sıralaması,

  $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^6\ 7s^2\ 5f^{14}\ 6d^{10}\ 7p^6$

  şeklindedir.

ELEKTRON DİZİLİMİ

- $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^6\ 7s^2\ 5f^{14}\ 6d^{10}\ 7p^6$

- Atomlarda elektron dizilimi atom numarasına göre yazılır.

  $_{11}Na$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$

- **İyonlarda elektron dizilimi,**
  - İlk 20 elementte toplam elektron sayısına göre yazılır.

    $_{11}Na^+$: 10 e^- = $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$
  - Atom numarası 20'den büyük olan atomların katyonlarında elektron dizilişi önce protona göre yazılır. Sonra en üst kabuktan itibaren azaltılır.

    $_{21}Sc^{2+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1$

- Küresel simetri son orbitalin tam dolu ($s^2\ p^6\ d^{10}\ f^{14}$) ya da yarı dolu ($s^1\ p^3\ d^5\ f^7$) olması hâlidir.

$_{24}Cr$: ..... $4s^2\ 3d^4$ yerine $4s^1\ 3d^5$

$_{29}Cu$: .....$4s^2\ 3d^9$ yerine $4s^1\ 3d^{10}$

şeklinde küresel simetriye uygun yazılır.

- **Uyarılmış hâl:** İyon değildir. Elektronun olması gereken yerde olmayışıdır. Yüksek enerjili kararsız hâldir.

  $_5B$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^1$ → temel hâl $_5B$: $1s^2\ 2s^2\ 3p^1$ → uyarılmış hâl

Değerlik elektronu ve orbitali, en üst enerji seviyesindeki elektron ve orbitaldir.

e^- Dizilişi	Değerlik Elektronu	Değerlik Orbitali
……..$3s^1$	1	s
……..$3s^2\ 3p^1$	3	s, p
……..$4s^2\ 3d^3$	5	s, d
……..$4s^2\ 3d^{10}$	12	s, d
……..$4s^2\ 3d^{10}\ 4p^1$	3	s, p

GRUP

- Genellikle benzer kimyasal özellik gösteren elementlerin bulunduğu sütunlardır.
- 8 tane A (8 sütun) ve 8 tane B (10 sütun) gurubu vardır.
- IUPAC'a göre 18 grup vardır.
- Grupların özel adları vardır.

  1A = Alkali metaller (H hariç)

  2A = Toprak alkali metaller

  3A = Toprak metalleri

  6A = Kalkojenler

  7A = Halojenler

  8A = Soy gazlar

  B grupları = Geçiş elementleri

PERİYOT

- Elementlerin artan atom numaralarına göre sıralandığı satırlardır.
- 7 tanedir.

  $1s^2$ = 1. periyotta 2 element

  $2s^2\ 2p^6$ = 2. periyotta 8 element

  $3s^2\ 3p^6$ = 3. periyotta 8 element

  $4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$ = 4. periyotta 18 element

  $5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6$ = 5. periyotta 18 element

  $6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^6$ = 6. periyotta 32 element

  $7s^2\ 5f^{14}\ 6d^{10}\ 7p^6$ = 7. periyotta 32 element

  bulunur.

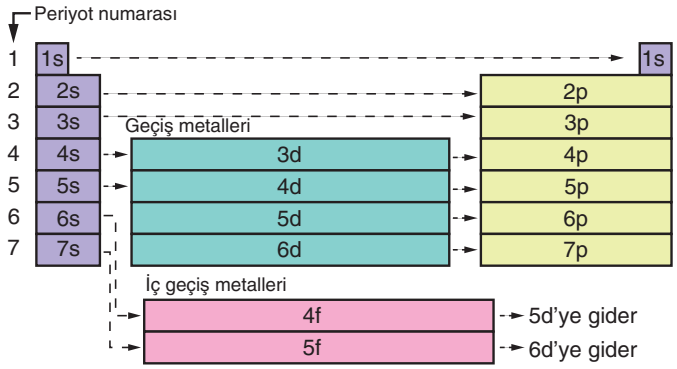
BLOK

- Elementin temel hâl elektron dizilimindeki en son orbital türüne göre dört blok bulunur.
- s blok: (1A ve 2A ile $_2He$)

  p blok: (3A…..8A)

  d blok: (B grupları)

  f blok: (Lantanit ve aktinitler)



PERİYODİK SİSTEMDE YER BULMA

Periyodik sistemde yer bulmak için,

- Nötr ve temel hâldeki elektron dizilişi yazılır.
- En üst enerji seviyesi, periyot numarasını verir.
- En son orbital, blok türünü verir.
- s ve p bloksa A grubu, d ve f bloksa B grubundadır.
- A grubu ise değerlik elektronu grup numarasını verir.

$_{11}Na$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$	3. periyot	s blok	1A grubu
$_{15}P$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$	3. periyot	p blok	5A grubu
$_{21}Sc$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^1$	4. periyot	d blok	3B grubu

B grubu ise,

s^2d^1 = 3B
s^2d^2 = 4B
s^2d^3 = 5B
s^1d^5 = 6B
s^2d^5 = 7B
$s^2d^{6,\ 7,\ 8}$ = 8B
s^1d^{10} = 1B
s^2d^{10} = 2B

$_{87}X$ gibi atom numarası büyük olan elementlerin periyodik tablodaki yeri elektron dizilişi yerine soy gazların atom numaralarından faydalanılarak daha kolay bulunur.

8A GRUBU

2
10
18
36
54
86

$_{87}X$ elementinin atom numarası 6. periyot soy gazından 1 fazladır (86 + 1).
Bu durumda X elementinin yeri 7. periyot, 1A grubu olur (Alkali metal).

Soy gaza göre yer bulurken 3. ve sonraki periyotlarda yer alan soy gaz atom numaralarına yapılan eklemelerde geçiş elementlerine dikkat edilir.

Örneğin (18 + 3) işlemi ile 3A grubuna değil 3B grubuna ulaşılır.

DİKKAT

$_2He$: $1s^2$ 1. periyot 8A grubu s blok
Helyum 2A grubunda değildir.

İyonların periyodik cetvelde yeri yoktur. Atomların yeri bulunur.

KRİTİK BİLGİ

$_5B$: $1s^2\ 2s^2\ 3p^1$ gibi uyarılmış atoma göre yer bulunmaz. Temel hâl esas alınır.

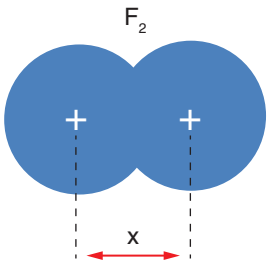
$_{24}Cr$ ve $_{29}Cu$ elementlerinin yeri $4s^1\ 3d^5$ ve $4s^1\ 3d^{10}$ dizilişine göre bulunur.

1. ATOM VE İON YARIÇAPI

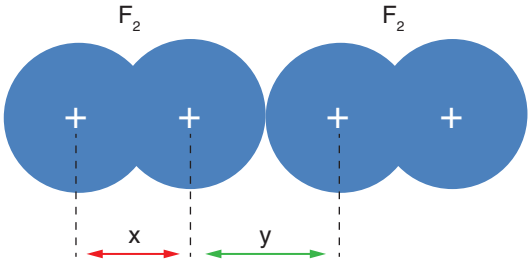
- Atomik yarıçap, atom çekirdeğinden en dış katmandaki elektrona kadar olan uzaklıktır. Ancak elektronun yeri tam olarak belirlenemediğinden atomun yaptığı bağ ve çekirdekler arası uzaklık esas alınır.

a) İyonik yarıçap → Çekirdekler arası uzaklığın yarısı değildir. Çünkü iyonlar aynı büyüklükte değildir.

b) Kovalent yarıçap
c) Van der Waals yarıçapı → Çekirdekler arası uzaklık ikiye bölünür.



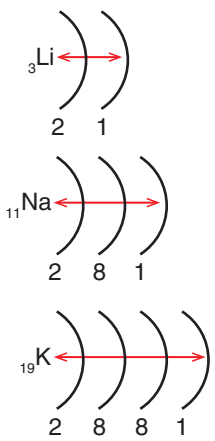
F atomunun kovalent yarıçapı = $\frac{x}{2}$



F_2 molekülleri arası Van der Waals yarıçapı = $\frac{y}{2}$

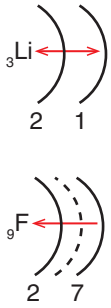
- Bir grupta yukarıdan aşağıya doğru inildikçe katman sayısı artacağından çap büyür.

1A



$r_{_3Li} < r_{_{11}Na} < r_{_{19}K}$

- Bir periyotta soldan sağa gidildikçe katman sayısı sabit olduğu hâlde çekirdek yükü artacağından çap küçülür.

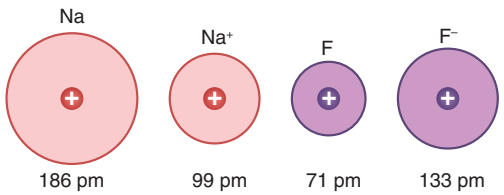


$r_{_3Li} > r_{_9F}$

PERDELEME ETKİSİ: Geçiş elementlerinde çap küçülmesi beklenenden azdır.

LANTANİT BÜZÜLMESİ: Lantanitlerde soldan sağa doğru çaptaki azalma belirgin ama yavaştır.

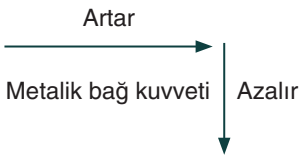
- Bir atomun çapı elektron verdikçe küçülür, elektron aldıkça büyür. $r_{X^+} < r_X < r_{X^-}$



- İzoelektronik türlerde çekirdek yükü arttıkça çap küçülür. $r_{Na^+} < r_{Ne} < r_{F^-}$

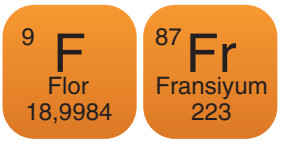
2. METALİK VE AMETALİK ÖZELLİK

- Metallerin elektron verme eğilimi yüksektir.
- Grupta yukarıdan aşağı doğru,
  - Çap artar.
  - Elektron vermek kolaylaşır.
  - Metalik aktiflik artar.
- Metalik aktiflik grupta aşağı doğru artarken metalik bağın kuvveti azalır. Erime noktası azalır. Periyotta ise sağa doğru metalik bağın kuvveti ve buna bağlı özellikler (sertlik vb.) artar.
- Periyodik cetvelde metallerin sayısı, ametallerin sayısından fazladır.
- Metal gruplarında metalik bağ kuvveti arttıkça erime noktaları artar. Metalik bağ kuvveti, çap azaldıkça ve değerlik elektron sayısı arttıkça artar.



- Ametaller elektron alma eğilimi yüksek elementlerdir.
- Bir periyotta soldan sağa doğru,
  - Çap azalır.
  - Elektron almak kolaylaşır.
  - Ametalik özellik artar.
- 1A (H hariç)

  2A ve geçiş elementleri metal iken 4A, 5A, 6A ve 7A gruplarında ametaller bulunur.
- Periyodik sistemdeki en aktif metal 1A grubunun en altındaki fransiyum (Fr), en aktif ametal ise 7A grubunun en üstünde yer alan flor (F) elementidir.



- En metal + En ametal = En iyonik bileşik. Öyleyse FrF en iyonik bileşiktir.

- Ametal gruplarında ve soy gazlarda soldan sağa değişkenlik gösterirken yukarıdan aşağıya doğru inildikçe London kuvveti artar. Erime ve kaynama noktaları artar.

  Oda koşullarındaki hâlleri:

7A		
F_2	→ gaz	Erime ve kaynama noktaları artar.
Cl_2	→ gaz	
Br_2	→ sıvı	
I_2	→ katı	

3. İYONLAŞMA ENERJİSİ

- Temel hâlde nötr bir gaz atomundan 1 elektron koparmak için gerekli enerjiye "1. iyonlaşma enerjisi" denir.
- $X(g) + Q \rightarrow X^+(g) + 1e^-$ Q = 1. iyonlaşma enerjisidir.

DİKKAT

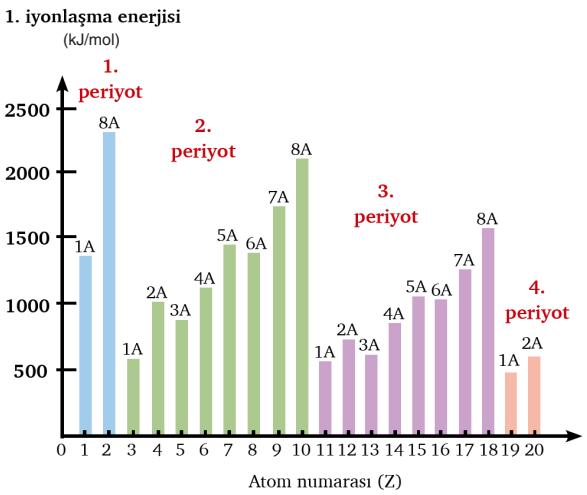
- $X(k) + Q \rightarrow X^+(g) + 1e^-$ Q = 1. iyonlaşma enerjisi değildir.
- $X(g) + Q \rightarrow X^{2+}(g) + 2e^-$ Q = 2. iyonlaşma enerjisi değildir.

- İyonlaşma enerjisi endotermiktir.
- Enerji birimi kJ/mol'dür.
- Bir atomun maksimum atom numarası kadar iyonlaşma enerjisi vardır. $_8O$'in 8 tane iyonlaşma enerjisi vardır.
  $İ.E_1 < \ldots\ldots < İ.E_3$
- Bir grupta yukarıdan aşağıya doğru çap arttığından iyonlaşma enerjisi azalır.
- Aynı periyotta soldan sağa doğru çap küçüldüğünden iyonlaşma enerjisi genellikle artar.

- Sıralama küresel simetrik olan 2A ve 5A gruplarında bozulur. Kararlı olan bu yapılardan 1 elektron koparabilmek daha zordur. Aynı periyot elementlerinde, iyonlaşma enerjisinin sıralaması aşağıdaki gibidir;

(2. ve 3. Periyot)

1A < 3A < 2A < 4A < 6A < 5A < 7A < 8A



- Değerlik elektronları en düşük enerji ile kopan elektronlardır.

  A grup elementlerinde ardışık iyonlaşma enerjilerinden faydalanılarak periyodik cetveldeki yerleri ve atom numaraları belirlenebilir.

X, Y ve Z elmentlerinin ilk üç iyonlaşma enerjileri (kJ/mol):

Element	1. İyonlaşma Enerjisi	2. İyonlaşma Enerjisi	3. İyonlaşma Enerjisi	Periyodik Cetveldeki Yeri
X	1312	—	—	1A grubu (Atom No: 1)
Y	2373	5251	—	8A grubu (Atom No: 2)
Z	520	7300	11815	1A grubu (Atom No≥ 3)

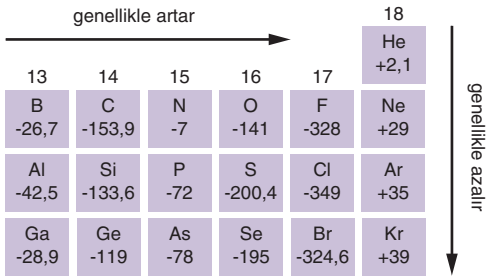
- Baş grup elementlerinde, iyonlaşma enerjisi değerlerinde sıçramanın 3 ile 3,5 kat ve fazla olduğu yerde değerlik elektronu bitmiştir. Bu durum, çekirdeğe daha yakın kabuğa geçildiğini gösterir. Buradan grup numarası bulunur.

4. ELEKTRON İLGİSİ

- Gaz hâldeki nötr bir atomun 1 elektron alması sırasında oluşan enerji değişimine "elektron ilgisi" denir.
- Elektron ilgisi endotermik veya ekzotermik olabilir.

  $F(g) + 1e^- \rightarrow F^-(g) + Enerji$

  $Be(g) + 1e^- + Enerji \rightarrow Be^-(g)$
- Açığa çıkan enerji ne kadar büyükse elektron ilgisi o kadar büyüktür.
- 2. ve sonraki elektron ilgileri endotermiktir.
- Grupta yukarıdan aşağıya doğru elektron ilgisi genellikle azalır.
- Periyotlarda elektron ilgisi sağa doğru genellikle artar (Soy gazların elektron ilgileri azdır.).

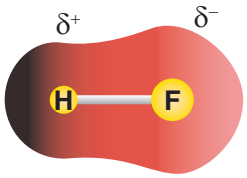


DİKKAT

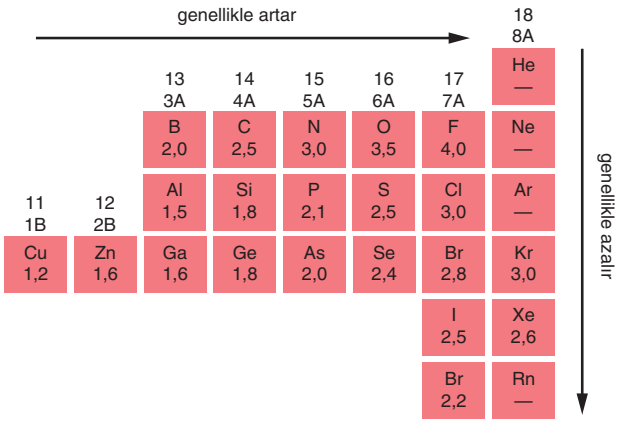
Periyodik sistemde elektron ilgisi en büyük element klor (Cl) elementidir.

5. ELEKTRONEGATİFLİK

- Atomun bağ elektronlarını çekme eğiliminin bir ölçüsüdür.



- Pauling, flor atomunun elektronegatifliğini "4,0" kabul etmiştir.
- Soy gazlar bağ yapmadıklarından elektronegatifliklerinden bahsedilemez.
- Elektronegativitesi en yüksek atom F (flor)'dur.



- Mulliken'e göre elektronegatiflik,

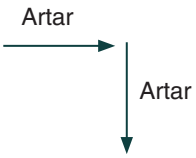
$$EN = \frac{Eİ + İE}{2}$$

elektron ilgisi değeri ile iyonlaşma enerjisinin aritmetik ortalamasıdır.

6. OKSİT VE HİDROKSİTLERİNİN ASİT VE BAZLIK ÖZELLİKLERİ

- Asit ve bazlar suyun H^+ ve OH^- iyon derişimini değiştiren maddelerdir.
- Oksitler 4'e ayrılır:
  - Asidik oksitler (Ametal oksitler) CO_2, SO_2
  - Bazik oksitler (Metal oksitler) Na_2O, CaO
  - Amfoter oksitler (Al_2O_3, ZnO)
  - Nötr oksitler (Oksijence fakir ametal oksitler) CO, N_2O

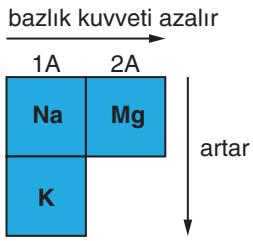
- Periyodik cetvelde hidrojenli bileşiklerin asitlik kuvveti hem soldan sağa hem de yukarıdan aşağıya artar.



Asit kuvveti:

$NH_3 < H_2O < HF < HCl < HBr < HI$

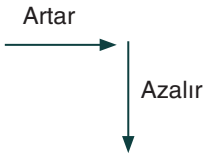
- Periyodik cetvelde metalin çapı arttıkça hidroksitli bileşiğin bazlık kuvveti artar.



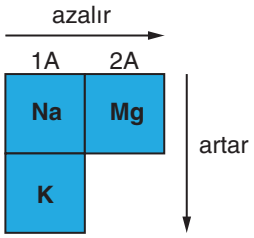
Baz kuvveti: $Mg(OH)_2 < NaOH < KOH$

- Ametal oksitte ametal sayısı ≥ oksijen sayısı ise nötr özellik gösterir. NO, CO, N_2O nötr oksittir.

- Ametal oksitlerinin sulu çözeltileri genellikle asidiktir. Ametalik karakter arttıkça oksitli bileşiğin sulu çözeltisinin asitlik kuvveti artar. $Cl_2O_7 > SO_3 > P_2O_5$



- Metal oksitlerin sulu çözeltisi baziktir. Metalik karakter arttıkça oksitli bileşiğin sulu çözeltisinin bazlık kuvveti artar.

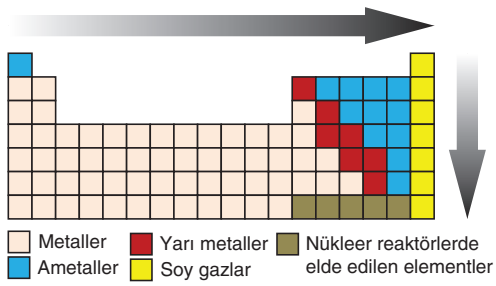


Oksijenli bileşiklerin sulu çözeltisinde bazlık kuvveti: $MgO < Na_2O < K_2O$

- Zn, Al, Sn, Cr, Be, Pb amfoter metallerdir. Bu metallerin oksitleri de amfoterdir. Amfoter maddeler; asitlerin hepsine, bazların güçlüsüne etki eder.

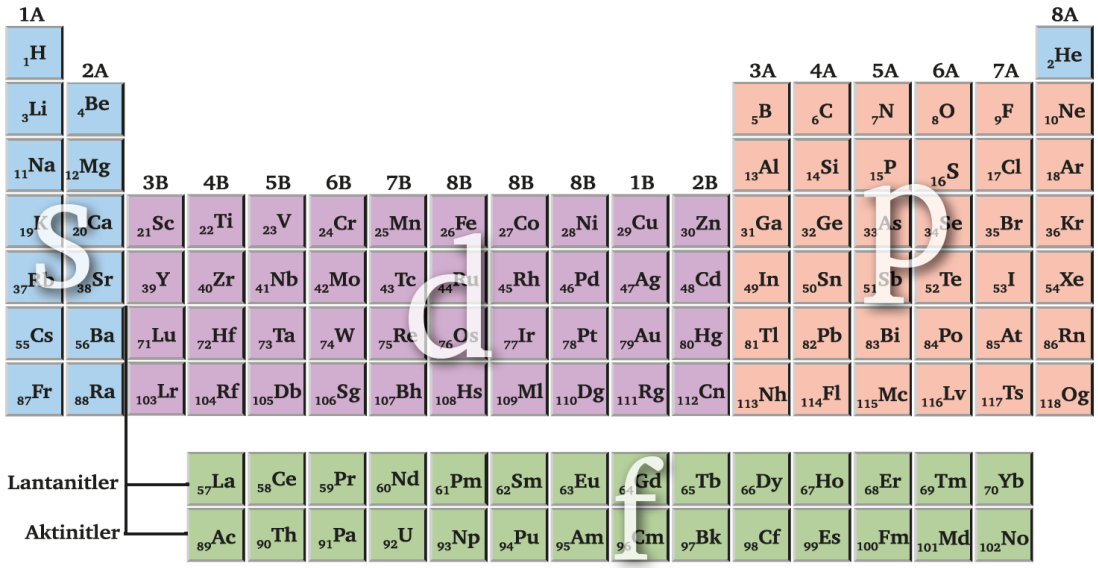
PERİYODİK ÖZELLİKLERİN GRUP VE PERİYOTLARDA DEĞİŞİMİ

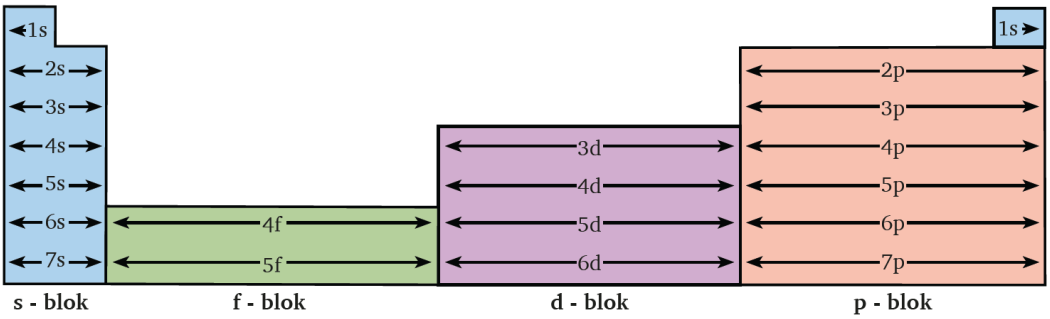
- Atom yarıçapı genellikle azalır.
- İyonlaşma enerjisi genellikle artar.
- Elektron ilgisi genellikle artar.
- Elektronegatiflik genellikle artar.
- Metalik karakter azalır, ametalik karakter artar.
- Oksit ve hidroksit bileşiklerinin asitlik kuvveti artar.



- Atom yarıçapı genellikle artar.
- İyonlaşma enerjisi genellikle azalır.
- Elektron ilgisi genellikle azalır.
- Elektronegatiflik genellikle azalır.
- Metalik karakter artar, ametalik karakter azalır.
- Oksit ve hidroksit bileşiklerinin asitlik kuvveti azalır.

ELEMENTLERİN PERİYODİK SİSTEMDE KONUMU VE ÖZELLİKLERİ





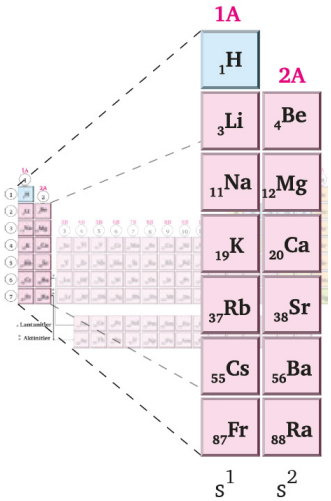
Elektron Dizilimi	Bloku	Blokta Bulunan Elementlerin Grupları
s ile biterse	s bloku	1A ve 2A grubu (baş grup elementleri)
p ile biterse	p bloku	3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A grupları (baş grup elementleri)
d ile biterse	d bloku	B grupları (geçiş elementleri)
f ile biterse	f bloku	Lantanit ve aktinitler (iç geçiş elementleri)

DİKKAT

$_{2}He$ atomuna ait elektron dizilişi “s” ile bitmesine rağmen “p” blokta yer alır.

"s" BLOKU ELEMENTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

1A ve 2A grubu elementleri



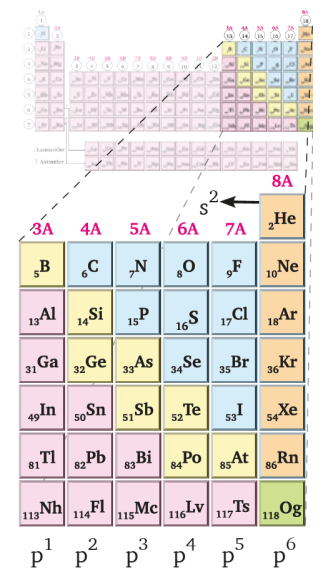
- $_2$He, s bloktadır.
- Tüm blok elementleri küresel simetriktir.
- Periyotta çapları büyük, yoğunlukları düşük elementler olduğundan "hafif metaller" denir.
- Hidrojen ametal, helyum soy gaz, diğer elementler metaldir.
- Yukarıdan aşağıya doğru metalik özellik artar.
- Hidrojen +1 ve –1 yükseltgenme basamağında bulunabilir. Helyum bağ yapmaz.
- 1A grubu metalleri bileşiklerinde +1, 2A grubu elementleri bileşiklerinde +2 değerlik alır.
- 1A metalleri; ametallerle, suyla ve havayla tepkime verdiğinden doğada serbest hâlde bulunmaz.

$$Na(k) + H_2O \rightarrow NaOH + \frac{1}{2}H_2(g)$$

- Yüksek aktifliklerden dolayı Li, Na ve K parafinde ya da gaz yağında; Rb ve Cs vakumlu ortamda saklanır.
- Hidrojen hem iyonik hem de kovalent bağ yaparken 1A ve 2A grubu metalleri yalnız iyonik bağ yapar. Helyum bağ yapmaz.
- Hidrojenin aktifliği (elektron verme isteği); Cu, Ag ve Hg'dan fazladır.
- 1A grubu metallerine "alkali metaller", 2A grubu metallerine "toprak alkali metaller" denir.
- 2A grubu elementlerinden berilyum kovalent karakterli bileşikler yapar (BeH_2, $BeCl_2$). Magnezyumun da kovalent karakterli bileşiği (MgH_2) vardır. Ca, Sr ve Ba elementleri iyonik bileşikler oluşturur.

"p" BLOKU ELEMENTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

3A, 4A, 5A, 6A, 7A ve 8A grubu elementleri



- Periyodik cetvelin sondaki 6 dikey sütunudur.
- p blok elementlerinin değerlik elektronları s ve p orbitallerinde bulunur.
- Bu blokta metal, ametal, yarı metal ve soy gazlar bulunur.

  Og: 8A grubunda bulunur. Ancak yapısı aydınlatılmamıştır.
- Yarı metal: B – Si – Ge – As – Sb – Te – Po – At

  Ametal : C – N – P – O – S – Se – F – Cl – Br – I

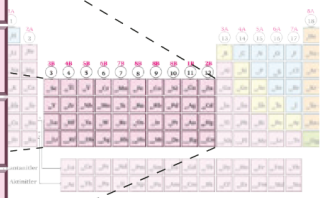
  Soy gaz : Ne – Ar – Kr – Xe – Rn

  Metal : Al – Ga – In – Tl – Nh – Sn – Pb – Fl – Bi – Mc – Lv – Ts
- Soy gazlar hariç periyotta sağa doğru metalik karakter azalır.
- Blokta son periyot elementleri yapay ve radyoaktiftir.
- 7A grubu en aktif ametallerdir. Radyoaktif astatin hariç doğada tuz olarak bulunurlar.
- Halojenler; metallerle iyonik, ametallerle kovalent bağlı bileşikler yapar.
- Hidrojenli bileşikleri olan asitler ve oksijenli bileşikleri olan oksitleri sıkça görülür.
- 3A grubundaki bor, iyonik bileşik oluşturmaz (BH_3 gibi kovalent bileşikler yapar).
- Amfoter Al elementinin AlH_3 bileşiği kovalent karakterlidir.
- Azot, oksijen ve halojenler diatomik molekül (N_2, O_2, F_2, Cl_2, Bi_2, I_2) oluştururken P ve S elementleri P_4 ve S_8 şeklinde poliatomik moleküller oluşturur.
- 3A: Toprak metaller, 6A: Kalkojenler, 7A: Halojenler şeklinde adlandırılırken 4A ve 5A grupları grubun ilk elementinin adıyla adlandırılır (Karbon grubu - Azot grubu).

Grup	Değerlik e^-	İyon yükü
3A	$ns^2\ np^1$	**+3** (grupta aşağı doğru +1)
4A	$ns^2\ np^2$	**+2, +4** (grubun ilk üyesi karbon–4, +4)
5A	$ns^2\ np^3$	**+3 +5** (Azot ve fosfor –3 iyon yüküne sahip olabilir.)
6A	$ns^2\ np^4$	**–2** (grupta aşağı doğru –4, –2) Oksijen OF_2 de +2, Peroksitlerde –1 Süperoksitlerde –1/2
7A	$ns^2\ np^5$	**–1 .....+7** (flor daima –1)
8A	ns^2 ve $ns^2\ np^6$	Genellikle tepkimeye girme istekleri yoktur.

"d" BLOKU ELEMENTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B
$_{21}Sc$	$_{22}Ti$	$_{23}V$	$_{24}Cr$	$_{25}Mn$	$_{26}Fe$	$_{27}Co$	$_{28}Ni$	$_{29}Cu$	$_{30}Zn$
$_{39}Y$	$_{40}Zr$	$_{41}Nb$	$_{42}Mo$	$_{43}Tc$	$_{44}Ru$	$_{45}Rh$	$_{46}Pd$	$_{47}Ag$	$_{48}Cd$
$_{71}Lu$	$_{72}Hf$	$_{73}Ta$	$_{74}W$	$_{75}Re$	$_{76}Os$	$_{77}Ir$	$_{78}Pt$	$_{79}Au$	$_{80}Hg$
$_{103}Lr$	$_{104}Rf$	$_{105}Db$	$_{106}Sg$	$_{107}Bh$	$_{108}Hs$	$_{109}Ml$	$_{110}Dg$	$_{111}Rg$	$_{112}Cn$
s^2d^1	s^2d^2	s^2d^3	s^1d^5	s^2d^5	s^2d^6	s^2d^7	s^2d^8	s^1d^{10}	s^2d^{10}



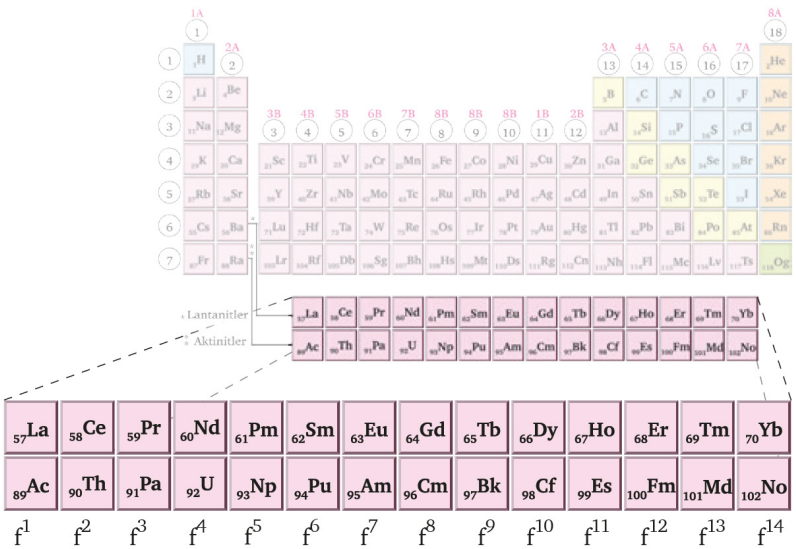
- "d" bloku elementleri kimyasal olaylarda elektron diziliminin en sonundaki "s" orbitalleri ile "d" orbitallerindeki bazı elektronları vererek farklı pozitif değerlikler alabilir.
- s bloku ile p bloku (2A - 3A grupları) arasında bulunur.
  $_{21}Sc$ ile başlar.
- 4. periyottan itibaren 10 sütun 8 grup şeklindedir.
  8B grubu 3 sütundan oluşur.
- "Geçiş elementleri" ve "yan grup" elementleri olarak adlandırılır.
- Özkütleleri fazla olduğundan çoğu "ağır metaller" olarak sınıflandırılır.
- Tüm elementleri metaldir ve iyonik bağ yapar. Genelde oktet kuralına uymaz. d^5 veya d^{10} ile kararlı hâle gelir.
- Ag yalnız +1, Zn yalnız +2 iken bazı geçiş elementleri ($Fe^{2+,\ 3+}$, $Cu^{+,\ 2+}$...) birden fazla pozitif değerlik alabilir.

- Gruplarda yukarıdan aşağıya doğru metalik aktiflikleri artar. Ancak 1B grubunun ilk üyesi olan Zn, Cd'dan daha aktiftir.
- 7B grubundaki Mn, Cr'a göre daha aktiftir.
- Mn metali, Mn_2O_7 bileşiğinde kovalent karakter gösterir.
- Geçiş metal katyonu, ortaklanmamış elektron çifti içeren iyon ve moleküllerle çevrilerek karmaşık yapıdaki kompleks bileşikleri (koordinasyon bileşiklerini) oluşturur ($CoCl_3.6NH_3$).
- Tam dolu olmayan d orbitalleri ışığa duyarlı olduğundan hâlleri ve çözeltileri renklidir.
  ($CoCl_3 \cdot 6NH_3$ - Sarı)
- Au ve Pt aktif olmadıkları için yalnız kral suyu (3 HCl + 1 HNO_3) ile tepkime verirler.
- Cu, Ag ve Hg yarı soy metallerdir. Asitlerin oksijenli ve kuvvetli olanları ile tepkime verir.
- Soy ve yarı soy metaller dışındaki geçiş metalleri doğada oksit, sülfür, sülfat ve karbonatlı bileşikleri hâlinde bulunur.

Elektron Dizilimi	Beklenen Yükseltgenme Basamağı
$ns^2\ (n-1)d^1$	s orbitalindeki 2 elektronu vererek +2 yük beklenirken 3B grubu elementleri +2 yükseltgenme basamağında bulunmaz. +3 yükseltgenme basamağında bulunur.
$ns^2\ (n-1)d^2$	(s orbitalindeki 2 elektronu vererek) +2, (s ve d orbitalindeki 4 elektronu vererek) +4
$ns^2\ (n-1)d^3$	+2, +5
$ns^1\ (n-1)d^5$	+2, +6
$ns^2\ (n-1)d^5$	+2, +7
$ns^2\ (n-1)d^6$	+2, +3 (d^5 küresel simetrik yapı), +8 (Grupta aşağıdaki elementlerde görülür.)
$ns^2\ (n-1)d^7$	+2, +3, +4
$ns^2\ (n-1)d^8$	+2, +3
$ns^1\ (n-1)d^{10}$	+1, +2, +3
$ns^2\ (n-1)d^{10}$	+2

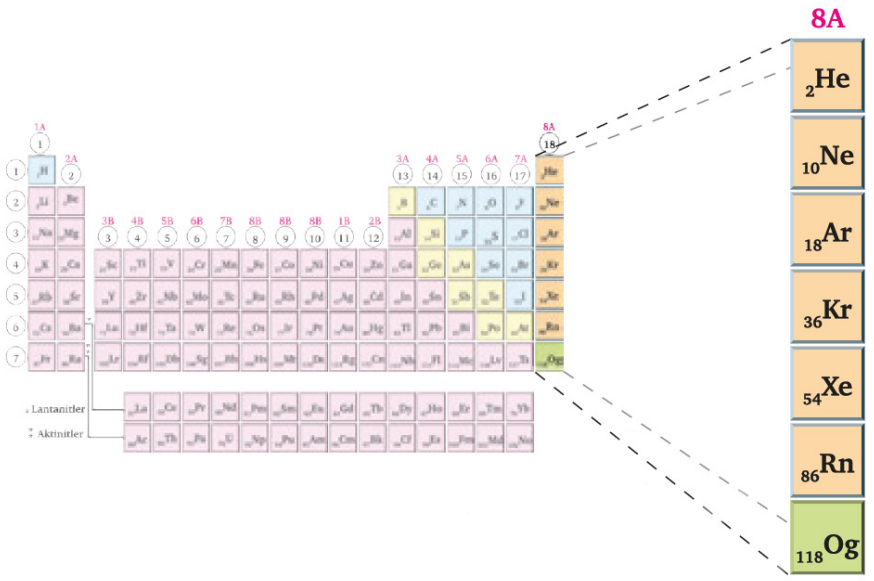
"f" BLOKU ELEMENTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

f bloku elementleri



- f orbitalleri 6. periyottan itibaren dolmaya başlar.
- s blok ile d blok arasında yer aldıkları hâlde cetveli uzatmamak için aşağıya taşınmışlardır.
- "İç geçiş elementleri" veya "iç geçiş metalleri" olarak adlandırılır.
- 1. yatay sıraya "lantanitler" 2. yatay sıraya "aktinitler" denir.
- f bloku elementlerinin atom hacimleri birbirine yakındır.
- Isı ve elektriği iletir. Erime ve kaynama noktaları yüksektir. Renkleri gümüşe benzer.
- Genellikle +3 iyon (bazen +4) yüküne sahiptir.
- Lantanitlerden Pm (prometyum) ile tüm aktinitler radyoaktiftir.
- Lantanın ($_{57}La$) elektron dizilişi $6s^2\ 4f^1$ şeklinde değil $6s^2\ 4f^0\ 5d^1$ şeklindedir. Yani Aufbau kuralına uymaz.
- $_{83}Bi$ elementinden sonraki elementlerin çekirdekleri kararsızdır. Kendiliğinden ışın yayar.

ASAL GAZ ÖZELLİKLERİ VE ELEKTRON DİZİLİMİ



- He hariç değerlik elektronları 8, değerlik orbitalleri s ve p'dir.
- Genellikle bağ yapmaz, kararlıdır.
- Atomları arasında zayıf London kuvvetleri vardır.
- Erime ve kaynama noktaları çok düşüktür.
- Helyum s, diğer soy gazlar p blok elementidir.
- Asal gazların iyonlaşma enerjileri kendileriyle aynı periyotta bulunan diğer elementlerden daha yüksektir.
- Kr, Xe ve Rn elementlerinin özel şartlarda bazı bileşikleri sentezlenmiştir. He ve Ne'un bileşikleri henüz sentezlenememiştir.
- Standart şartlar altında ideal gaza çok yakın davranış gösterir.

YÜKSELTGENME BASAMAKLARI VE ELEKTRON DİZİLİMLERİ

- İyonik bileşiklerde "iyon yükü",
  (NaCl için Na^+, Cl^-)
- Kovalent bileşiklerde "yükseltgenme basamağı"
  [ClF_3 için Cl^{3+} (Cl, 3 elektron kaybetmiş şeklinde değerlendirilmemelidir!)] kavramından bahsedilir.
- İyonik ve kovalent bileşikler için çatı kavram "yükseltgenme basamağı"dır.
- Yükseltgenme basamağı (yükseltgenme sayısı): Bir atomun moleküldeki veya iyonik bileşikteki yük sayısıdır.
- Atomların bileşiklerinde alabileceği yükseltgenme basamakları elektron dizilimi ile ilgilidir.

Elektron Dizilimi	Grup	Yükseltgenme Basamakları
$ns^2\ (n-1)d^1$	3B	+3
$ns^2\ (n-1)d^2$	4B	+2 +4
$ns^2\ (n-1)d^3$	5B	+2 +5
$ns^1\ (n-1)d^5$	6B	+2 +6
$ns^2\ (n-1)d^5$	7B	+2 +7
$ns^2\ (n-1)d^6$	8B	+2 +3 +8
$ns^2\ (n-1)d^7$	8B	+2 +3 +4
$ns^2\ (n-1)d^8$	8B	+2 +3
$ns^1\ (n-1)d^{10}$	1B	+1 +2 +3
$ns^2\ (n-1)d^{10}$	2B	+2

	Yükseltgenme Basamakları	
3B	$_{21}Sc$ ... $4s^2\ 3d^1$	(+3)
8B	$_{26}Fe$ ... $4s^2\ 3d^6$	(+2, +3)
8B	$_{26}Ni$ ... $4s^2\ 3d^8$	(+2, +3)
	Pd	(+2, +4)
	Pt	(+2, +4)
1B	$_{29}Cu$ ... $4s^1\ 3d^{10}$	(+1, +2)
	Ag	(+1)
	Au	(+1, +3)
2B	$_{30}Zn$ ... $4s^2\ 3d^{10}$	(+2)
	$_{60}Hg$ ...	(+1, +2)

- Bileşiklerde net yük = 0
  $H_2SO_4 = 0$
- Köklerde net yük, iyon yüküne eşit alınır.
  $SO_4^{-2} = -2$
  ↓
  +6

- Oksijen ve hidrojen içeren bileşikte, iki cins element varsa önce oksijen ve hidrojen dışındaki elementlere bakılır. (Ca: 2A, +2)

  $Ca^{2+}O$ → bulunur. (O^{2-})
  $Ca^{2+}O_2$ → bulunur. (O^-)
  $Ca^{2+}H_2$ → bulunur. (H^-)

- Elementel türlerde yükseltgenme basamağı (Na, Cu, O_2, N_2) sıfırdır.
- Tek atomlu iyonlarda (Cu^{2+}, Cl^-)
  İyon yükü = Yükseltgenme basamağı
- 1A grubu metalleri bileşiklerinde: +1
  2A grubu elementleri bileşiklerinde: +2
- B grubu elementleri birden fazla "+" değerlik alabilir.
  ($Cu^{+,\ 2+}$, $Hg^{+,\ 2+}$, $Fe^{2+,\ 3+}$)
- Ag yalnız +1, Zn bileşiklerinde yalnız +2
- Hidrojen
  - Metallerle yaptığı bileşiklerde −1 (Hidrür)
  - Ametallerle yaptığı bileşiklerde +1
- Oksijen
  - Oksitlerinde: −2 (CaO)
  - Peroksitlerinde: −1 (Na_2O_2)
  - Yalnız OF_2 bileşiğinde +2

Sık Kullanılan Katyonlar

1+ Yüklü		2+ Yüklü		3+ Yüklü	
H^+	Hidrojen	Be^{2+}	Berilyum	Al^{3+}	Alüminyum
Li^+	Lityum	Mg^{2+}	Magnezyum	Fe^{3+}	Demir(III)
Na^+	Sodyum	Ca^{2+}	Kalsiyum		
K^+	Potasyum	Ba^{2+}	Baryum		
Ag^+	Gümüş	Zn^{2+}	Çinko		
NH_4^+	Amonyum	Cu^{2+}	Bakır(II)		
Cu^+	Bakır(I)	Fe^{2+}	Demir(II)		

Sık Kullanılan Anyonlar

1– Yüklü		2– Yüklü		3– Yüklü	
H^-	Hidrür	O^{2-}	Oksit	N^{3-}	Nitrür
F^-	Florür	S^{2-}	Sülfür	P^{3-}	Fosfür
Cl^-	Klorür	CO_3^{2-}	Karbonat	PO_4^{3-}	Fosfat
Br^-	Bromür	SO_4^{2-}	Sülfat		
I^-	İyodür				
OH^-	Hidroksit				
CN^-	Siyanür				

DİKKAT

N^{3-}	Nitrür	H^+	Hidrojen	MnO_4^-	Permanganat	$Cr_2O_7^{2-}$	Dikromat	H hariç 1A = +1 2A = +2 F = –1
NO_2^-	Nitrit	H^-	Hidrür	MnO_4^{2-}	Manganat	CrO_4^{2-}	Kromat	
NO_3^-	Nitrat							

Cl^-	Klorür	P^{3-}	Fosfür	O^-	Peroksit (H_2O_2)
ClO^-	Hipoklorit	PO_3^{3-}	Fosfit	O^{2-}	Oksit (CaO)
ClO_2^-	Klorit	PO_4^{3-}	Fosfat	$O^{½-}$	Süperoksit (KO_2)
ClO_3^-	Klorat	CO_3^{2-}	Karbonat	Yalnız OF_2 bileşinde O^{2+}	
ClO_4^-	Perklorat	HCO_3^-	Bikarbonat		
		SO_4^{2-}	Sülfat		
		HSO_4^-	Bisülfat		

DİKKAT

KÖK = Çok Atomlu İyon

Poliatomik Katyon	Poliatomik Anyon
NH_4^+	SO_4^{2-}
H_3O^+	CO_3^{2-}
	PO_4^{3-}
	...
	...
	...

- Gazlar maddenin 4 hâlinden biridir.
- Maddenin en düzensiz hâlidir.
- Taneciklerin hacmi, moleküller arası uzaklığın yanında ihmal edilir.
- Tanecikleri titreşim, öteleme ve dönme hareketi yapar.
- Gaz tanecikleri birbiriyle ve kabın çeperleriyle çarpıştığından taneciklerin hızları ve yönleri değişebilir (Brown hareketi).
- Gaz taneciklerinin çarpışmaları esnektir. Çarpışma sonunda ortalama hızları değişmez.
- Yoğuşma, kırağılaşma ve iyonizasyon yaparak farklı fiziksel hâle dönüşür.
- Sıkıştırılabilen akışkanlardır.
- Yüksek basınç ve düşük sıcaklıkta sıvılaştırılabilir.
- Gazlar, birbiriyle daima homojen karışarak çözelti oluşturur.
- Gazlar, içinde bulundukları kabı tamamen doldurduklarından hacimleri ve şekilleri kabın hacmine ve şekline eşittir.
- Gaz tanecikleri arasındaki çekim kuvvetleri katı ve sıvılarınkine göre çok azdır.
- Gazların yoğunluğu katı ve sıvılarınkinden azdır.

GAZLARIN BETİMLENMESİNDE KULLANILAN ÖZELLİKLER

BASINÇ

- Gaz moleküllerinin birbiriyle ve kabın çeperleriyle yaptığı çarpışmalar sonucunda birim yüzeyle uyguladığı kuvvete "basınç" denir.
- Çarpışma sayısına ve çarpma şiddetine bağlıdır.
- atm, mmHg, cmHg ve Torr birimleri ile ifade edilir.

$$1\ atm = 76\ cmHg = 760\ mmHg = 760\ Torr$$

- Kapalı kaplardaki gazların basıncı manometre ile, açık hava basıncı barometre ile ölçülür.

HACİM

- Gaz taneciklerin öz hacmi, toplam hacim yanında ihmal edilir. Gazın hacmi içinde bulunduğu kabın hacmine eşittir. "V" ile gösterilir.
- Laboratuvarda gaz büretleri kullanılarak gaz hacmi ölçülür.
- L, mL, m^3, dm^3, cm^3 mm^3 birimleri kullanılır.

$$1\ L = 1\ dm^3 = 1000\ mL = 1000\ cm^3$$
$$1\ m^3 = 1000\ dm^3 = 1000\ L$$

- Gazların hacimleri, sıcaklık ve basınçtan etkilenir.

SICAKLIK

- Sıcaklık, gazın ortalama kinetik enerjisinin ölçüsüdür.
- Termometre ile ölçülür.
- Sıcaklığı aynı olan gazların cinsi ne olursa olsun kinetik enerjileri aynıdır.

$\left(E_K = \frac{3}{2}kT\right)$

- °C (Celcius) ve K (Kelvin) birimleri sıkça kullanılır.

$K = °C + 273$

MOL

- Madde miktarının ölçüsüdür. "n" ile gösterilir.

GAZ KANUNLARI

DİKKAT

Gazların basınç, hacim, sıcaklık ve mol sayılarının birbiriyle ilişkilerini açıklayan eşitliklerdir.

GAZ KANUNLARI

BOYLE KANUNU | GAY–LUSSAC KANUNU | AVOGADRO KANUNU | DALTON KANUNU | CHARLES KANUNU

BOYLE KANUNU

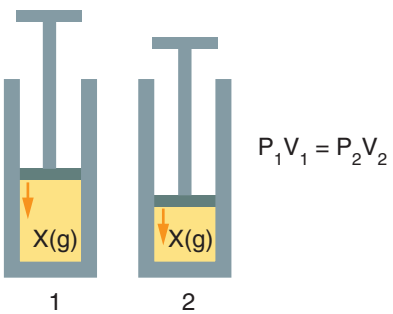
- Basınç – Hacim İlişkisi
- 1662 – Robert Boyle
- Sabit sıcaklıkta bir miktar gazın basıncı artırılırsa hacmi azalır.

$\text{Hacim} \propto \frac{1}{\text{Basınç}}\ (n, T = sbt)$

- $PV = k$ (sabit)

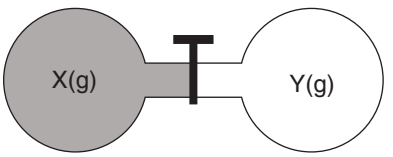
$$P \propto \frac{1}{V}\ (n, T = sbt)$$

Bir gazın farklı iki durumu için

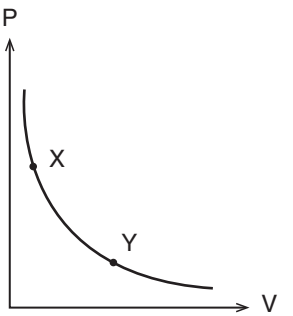


$P_1V_1 = P_2V_2$

Birbiriyle tepkime vermeyen gazları içeren birleşik kaplarda



$P_1V_1 + P_2V_2 = P_TV_T$



$(P \cdot V)_X = (P \cdot V)_Y$

CHARLES KANUNU

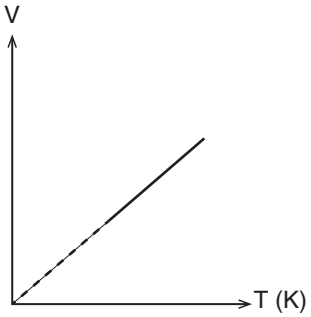
- Hacim – Sıcaklık ilişkisi
- 1787 – Jacques Charles
- Bir miktar gazın sabit basınç altında mutlak sıcaklığı artırıldığında hacmi artar.
- Hacim – Mutlak sıcaklık

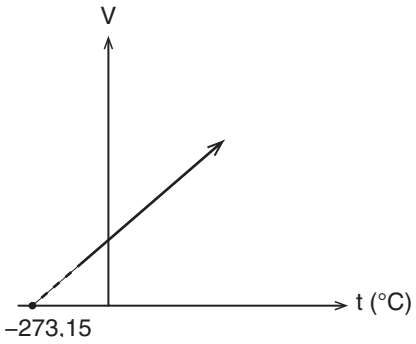
  V = k · T (n, P = sabit)

  Bir gazın farklı iki durumu için,

  $$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

- –273,15 °C sıcaklığına "mutlak sıfır noktası" denir. Bu sıcaklığı başlangıç kabul eden sıcaklık ölçeğine "Kelvin (mutlak) sıcaklık ölçeği" denir. Gaz hesaplamalarında sıcaklık birimi olarak "Kelvin" kullanılır. Teorik olarak gazların hacmi –273,15 °C sıcaklıkta sıfır olur. Ancak deneysel olarak gazlar bu sıcaklığa gelmeden önce sıvılaşır.
- Günlük hayatta, seyahat balonlarında ve mayalanan hamurda gazlarda sıcaklık - hacim ilişkisi gözlenebilir.





GAY – LUSSAC KANUNU

- Basınç – Sıcaklık ilişkisi
- Joseph Gay Lussac
- Belirli miktar gazın sabit hacimde mutlak sıcaklığı ile basıncı doğru orantılıdır.

  P α T

  P = kT (n, V = sbt)

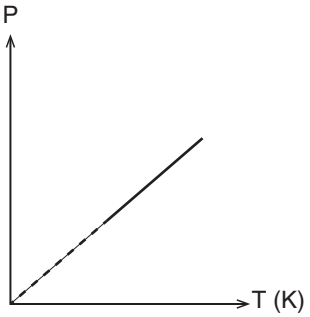
  Bir gazın farklı iki durumu için,

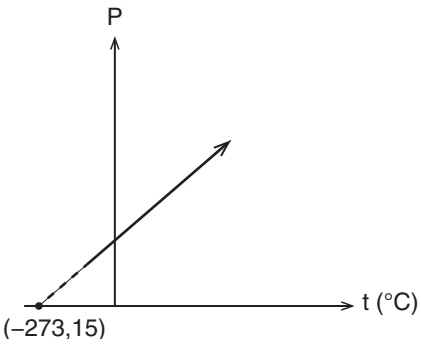
  $$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ veya } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

- Sıcaklık arttığında gaz taneciklerinin hızı, çarpma şiddeti ve çarpma sayısı artar.

  $$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT \qquad \alpha\sqrt{T \cdot M_A} \qquad \alpha\frac{n\sqrt{T}}{V\sqrt{M_A}}$$

- Günlük hayatta deodorant ve sprey kutularının güneşte bırakılmaması gerekir.





AVOGADRO KANUNU

- Mol sayısı - Hacim ilişkisi
- Amedeo Avogadro
- Aynı şartlarda (T, P), bir gazın miktarı artırılırsa hacim artar.
- Hacim α mol sayısı

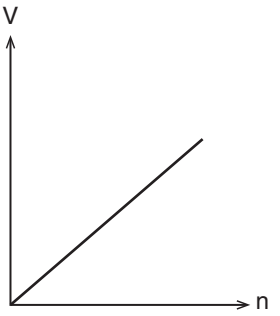
$V = k \cdot n$

Bir gazın farklı iki durumu için,

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

NŞA (0 °C ve 1 atm) 1 mol gaz = 22,4 L

Oda şartlarında (25 °C ve 1 atm) 1 mol gaz = 24,5 L

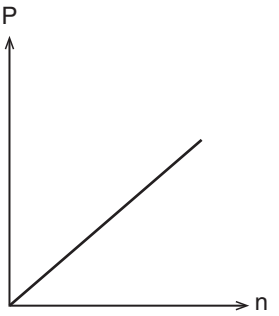


DALTON KANUNU

- Mol sayısı – Basınç ilişkisi
- John Dalton
- Sıcaklığı ve hacmi sabit olan bir gazın miktarı artırılırsa basıncı artar.
- Basınç α mol sayısı

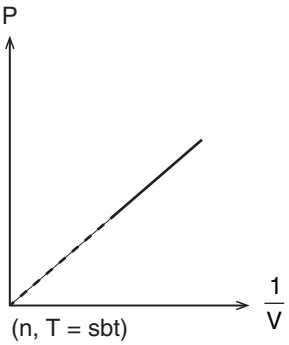
$P = k \cdot n$ (V, T = sbt)

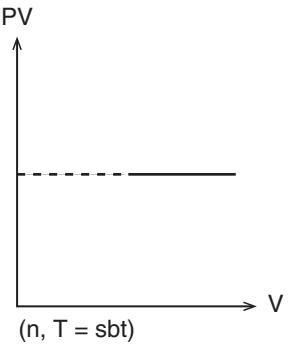
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

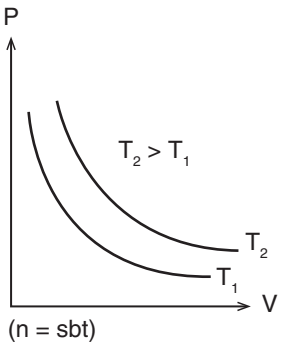


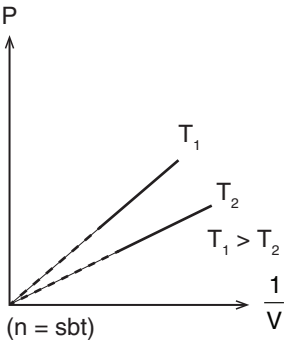
GAZLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ

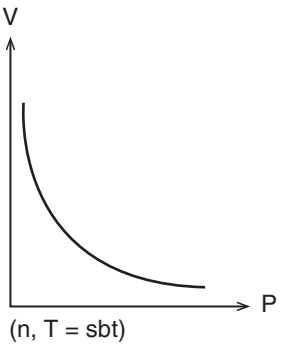
BOYLE KANUNU







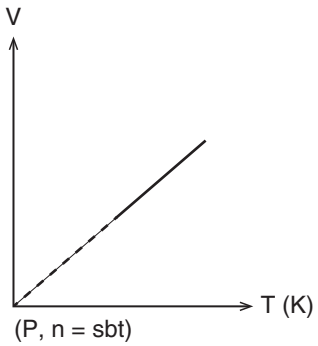


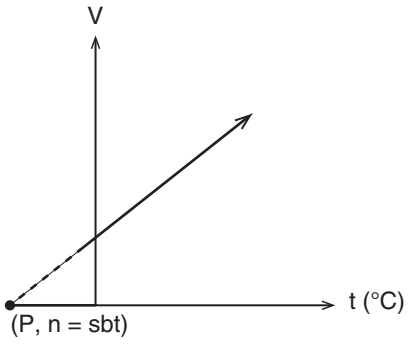


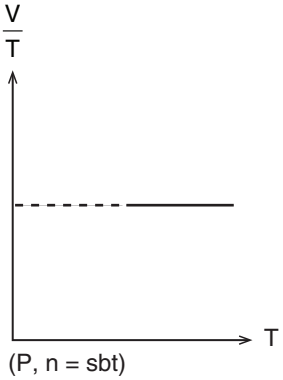
DİKKAT

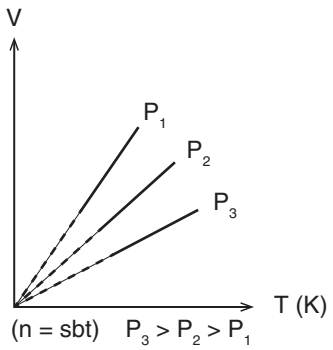
"Bir miktar madde…" ifadesinden sonra miktardan soru boyunca bahsedilmiyorsa mol sayısı sabittir.

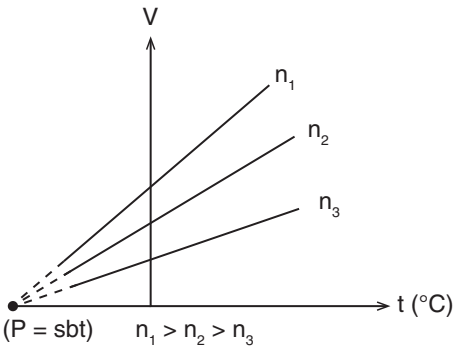
CHARLES KANUNU









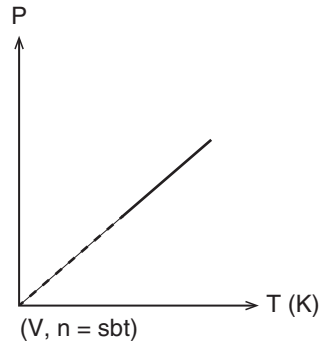


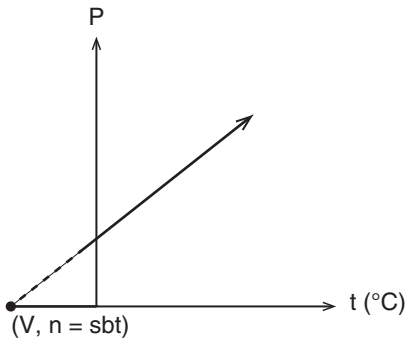
- Sürtünmesiz pistonlu kap…
- Elastik balon…

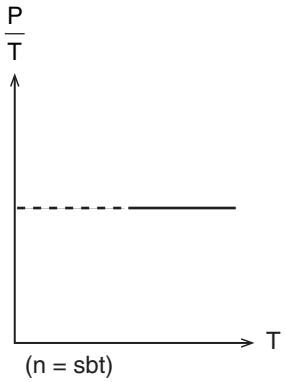
  sistemleri basıncın sabit olduğunu ifade eder.
- "Oda sıcaklığında, suyun normal donma sıcaklığında…"

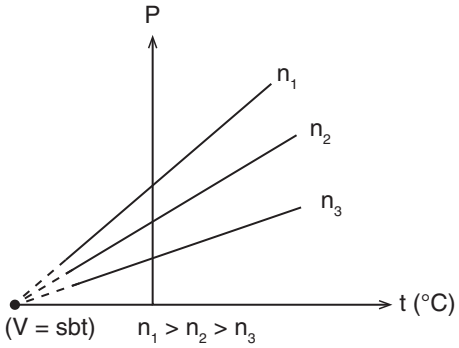
  gibi ortam şartları sıcaklığın sabit olduğunu ifade eder.

GUY-LUSSAC KANUNU







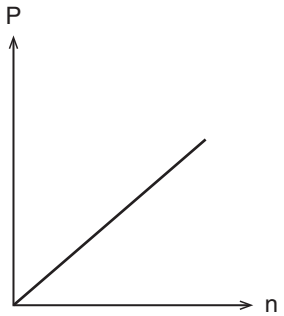


DİKKAT

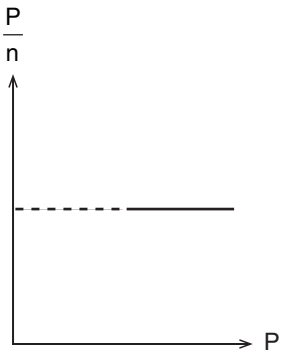
- "Çelik kapta…"

  Kap hacminin sabit olduğunu ifade eder.

DALTON KANUNU

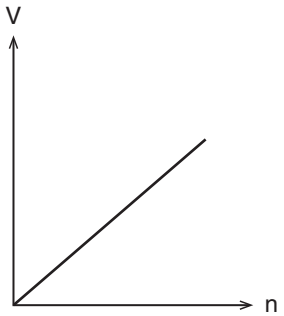


(V, n = sbt)

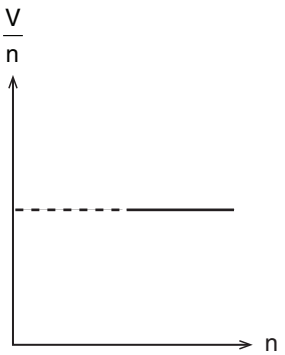


(V, T = sbt)

AVOGADRO KANUNU



(P, V = sbt)



(P, T = sbt)

DİKKAT

- Aynı şartlar altında

  Normal şartlar altında (0 °C – 1 atm)

  Oda şartlarında (25 °C – 1 atm) ifadeleri basınç (P) ve sıcaklık (t) değişkenlerinin sabit olduğu hakkında bilgi verir.

GAZ YASALARI VE İDEAL GAZ YASASI

BOYLE YASASI

n ve T sabit

$V \alpha \frac{1}{P}$ veya $PV = sabit$

$P_1V_1 = P_2V_2$

$P_1V_1 + P_2V_2 + ... = P_nV_n = sabit$

CHARLES YASASI

n ve P sabit

$V \alpha T$ veya $\frac{V}{T} = sabit$

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

GAY-LUSSAC YASASI

n ve V sabit

$P \alpha T$ veya $\frac{P}{T} = sabit$

$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

DALTON YASASI

V ve T sabit

$P \alpha n$ veya $\frac{P}{n} = sabit$

$\frac{n_1}{P_1} = \frac{n_2}{P_2}$

İDEAL GAZ YASASI

Bir gazın 4 değişkenini (P, V, n ve T) birbirine bağlayan kanundur.

$V \alpha \frac{n \cdot T}{P}$

$PV = nRT$

AVOGADRO YASASI

P ve T sabit

$V \alpha n$ veya $\frac{V}{n} = sabit$

$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2}$

- Gaz kanunlarına uyan, molekülleri birbirinden etkilenmeyen, moleküller arası çekim kuvvetlerinin olmadığı varsayılan gazlara "ideal gaz" denir.
- Düşük molekül ağırlığına sahip yalnız London çekim kuvvetlerinin etkisinde olan gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçta ideale en yakındır.

DİKKAT

İdeal gaz denkleminde,

Basınç: atm

Hacim: L

Sıcaklık: K

biriminde alınır.

- 1 mol gazın normal şartlar (0 °C, 1 atm) altındaki hacmi (22,4 L) ideal gaz denkleminde yerine yazılarak R = İDEAL GAZ SABİTİ bulunur.

$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1.22,4}{1.273} = 0,0821\ atm \cdot Lmol^{-1}K^{-1}$

$n = \frac{m}{M_A}$ yazılarak $PV = \frac{m}{M_A}RT$

$m = dV$ yazılarak $PV = \frac{dV}{M_A}RT$

$P = \frac{dRT}{M_A}$

eşitlikleri elde edilir.

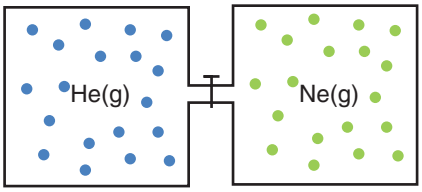
GAZLARDA KİNETİK TEORİ

Gaz davranışlarını açıklayan bu teoriye göre,

- Gaz molekülleri sürekli ve gelişigüzel hareket eder.
- Gaz tanecikleri birbirleriyle ve kabın çeperleriyle çarpışır. Bu çarpışmalar hızlı ve esnek olup "Brown çarpışmaları" olarak adlandırılır.
- Gaz tanecikleri arasındaki uzaklık gazın öz hacmine göre çok büyük olduğundan gazın öz hacmi ihmal edilir.
- Gaz tanecikleri arasında (çarpışma anı hariç) hiçbir etkileşim kuvveti yoktur.
- Gaz moleküllerinin kinetik enerjileri mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır.
- Aynı sıcaklıktaki gaz moleküllerinin ortalama kinetik enerjileri birbirine eşittir.
- Sıcaklıkları (kinetik enerjileri) eşit olan gaz moleküllerinden molekül kütlesi küçük olanın hızı büyüktür.
- Bir gaz kinetik teori varsayımlarına yakınlığı kadar ideal hâle de yakındır.

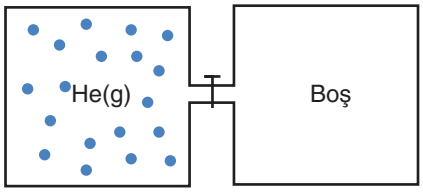
GRAHAM DİFÜZYON YASASI

- **Difüzyon:** Gaz moleküllerinin aynı ya da farklı gaz molekülleri arasında yayılmasıdır.



Vana açılırsa difüzyon gerçekleşir.

- **Efüzyon:** Kapalı bir kapta bulunan gaz moleküllerinin boşluğa yayılmasıdır.



Vana açılırsa efüzyon gerçekleşir.

- **Kinetik enerjinin sıcaklığa bağlılığı:**

$E_K = \frac{3}{2}kT$ (k: Boltzman sabiti)

- **Kinetik enerjinin hıza bağlılığı:**

$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \qquad E_K = \frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}mv^2 \qquad v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

$$\frac{v_X}{v_Y} = \sqrt{\frac{T_X M_{A_Y}}{T_Y M_{A_X}}} = \sqrt{\frac{d_Y}{d_X}} = \frac{t_Y}{t_X}$$

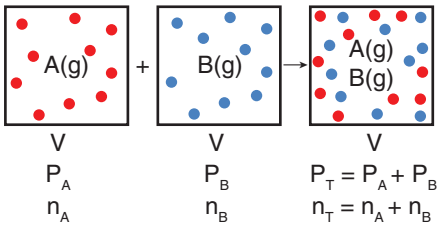
(v = hız, T = mutlak sıcaklık, d = özkütle, t = süre, M_A = mol ağırlığı)

- Gaz taneciklerinin hızı ile molekül kütleleri arasındaki bağıntıya "Graham Difüzyon Yasası" denir.
- Farklı sıcaklıkta bulunan iki farklı gazın difüzyon ve efüzyon hızları karşılaştırıldığında gaz moleküllerinin hızı; mutlak sıcaklığın karekökü ile doğru; mol kütlesinin karekökü ile ters orantılıdır.
- Gazın yayılma hızı arttıkça yayılma süresi azalır. Mol kütlesi küçük olan gaz daha kısa sürede yayılır.

GAZ KARIŞIMLARI

KISMİ BASINÇ

- Dalton Kısmi Basınçlar Yasası'na göre bir gaz karışımındaki toplam basınç, karışımdaki her bir gazın kısmi basınçları toplamına eşittir.
- Karışımdaki bir gazın tek başına uyguladığı basınca "kısmi basınç" denir.
- Aynı sıcaklıkta sabit hacimde tepkime vermeyen A ve B gazları karıştırılıyor.



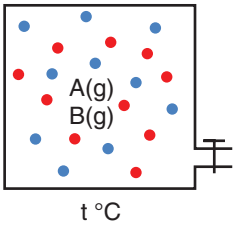
$$\frac{P_A}{P_T} = \frac{n_A}{n_T} \qquad P_A = P_T \cdot \frac{n_A}{n_T} \qquad \frac{n_A}{n_T} = X = \text{mol kesri}$$

$X_A + X_B = 1$ (Gaz karışımını oluşturan gazların mol kesirleri toplamı 1'dir.)

DİKKAT

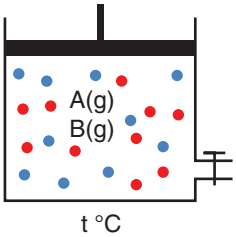
Dalton Kısmi Basınçlar Kanunu saf maddelerin değil gaz karışımlarının davranışını açıklar.

SABİT HACİMLİ SİSTEMLERDE



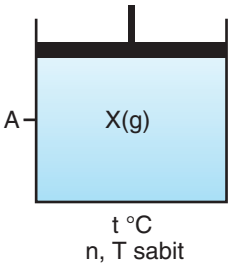
- t °C sıcaklıkta A gazı eklenirse P_A ve P_T,
- t °C sıcaklıkta B gazı eklenirse P_B ve P_T,
- t °C sıcaklıkta inert bir gaz eklenirse P_T,
- Sıcaklık artarsa P_A, P_B ve P_T artar

SABİT BASINÇLI SİSTEMLERDE



- t °C sıcaklıkta A gazı eklenirse P_A artar, P_B azalır.
- t °C sıcaklıkta B gazı eklenirse P_B artar, P_A azalır.
- t °C sıcaklıkta inert bir gaz eklenirse P_A ve P_B azalır.
- Sıcaklık artarsa P_A, P_B sabit P_T değişmez.

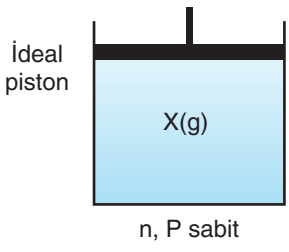
SİSTEMDE YAPILACAK DEĞİŞİKLİKLERİN GAZ TANECİKLERİNE ETKİSİ



Piston A noktasına getirilirse,

"P" artar, $\frac{n}{V}$ artar, "d" artar, E_k = sabit, (P•V) = sabit

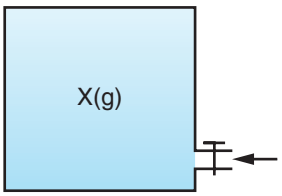
$\left(\frac{\text{Çarpma sayısı}}{\text{Birim yüzey}}\right)$ artar.



Kap ısıtılırsa,

"P" sabit, $\frac{n}{V}$ azalır, "d" azalır, E_k artar,

$\left(\frac{\text{Çarpma sayısı}}{\text{Birim yüzey}}\right)$ azalır, v_{ort} (hız) artar.

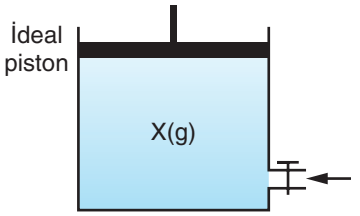


V, T sabit

X(g) eklenirse,

"P" artar, $\frac{n}{V}$ artar, "d" artar, E_k= sabit, (P•V) artar.

$\left(\frac{\text{Çarpma sayısı}}{\text{Birim yüzey}}\right)$ artar, v_{ort} (hız) sabittir.

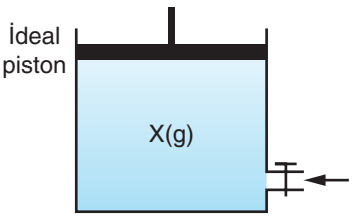


P, T sabit

X(g) eklenirse,

"P" sabit $\frac{n}{V}$ = sabit, E_k = sbt, (P•V) = sabit

$\left(\frac{\text{Çarpma sayısı}}{\text{Birim yüzey}}\right)$ = sbt, v_{ort} (hız) = sabit



P, T sabit

X(g) eklenirse yoğunluk değişmez.

$M_{A_Y} < M_{A_X}$ olan Y gazı eklenirse yoğunluk azalır.

$\left(P = \frac{dRT}{M_A}\right)$

$M_{A_Y} > M_{A_X}$ olan Y gazı eklenirse yoğunluk artar.

P: Basınç

$\frac{n}{V}$: Birim hacimdeki tanecik sayısı

E_k: Ortalama kinetik enerji,

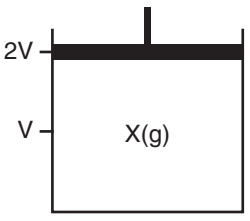
P·V: Basınç•hacim,

v_{ort}: Gaz taneciklerinin ortalama hızı

M_A: Mol kütlesi

SU ÜSTÜNDE TOPLANAN GAZLAR

- Dalton Kısmi Basınçlar Yasası, su üzerinde toplanan gazların hacmini ve basıncını hesaplamak için de kullanılabilir.
- Bu yöntem, laboratuvarda kimyasal reaksiyon sonucu oluşan gazları saf olarak elde etmek için de kullanılır.Ancak oluşan gazın suda çözünmemesi ve su ile tepkime vermemesi gerekir.
- Aşağıdaki piston V noktasına itilirse;



$P_T = P_X(g)$

hacim yarıya iner, ideal X gazının basıncı iki katına çıkar.

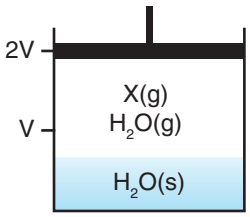
Gaz basıncı;

- mol sayısı,
- hacim,
- sıcaklık

değişkenlerine bağlıdır.

Madde cinsinden bağımsızdır.

- Aşağıdaki piston V noktasına itilirse,



hacim yarıya iner ancak basınç iki katına çıkmaz.

$$P_T = P_{X(g)} + P_{H_2O(buhar)}$$

- Buhar basıncı;
  - madde cinsi ve saflığı,
  - sıcaklık

değişkenlerine bağlıdır.

- X gazının kısmi basıncı 2 katına çıkar.
- Buhar moleküllerinin sayısı azalır. Sıvı moleküllerinin sayısı artar.
- Suyun buhar basıncı değişmez.
- Toplam basınç artar.

$$P_T = 2P_{X(g)} + P_{H_2O(buhar)}$$

HATIRLAYALIM

Bir sıvının buhar basıncı;

- açık hava basıncına,
- sıvı miktarına,
- hacim değişimine,
- sıvı üzerinde başka bir gaz olup olmamasına bağlı değildir.

Sıvının buhar basıncı;

- sıvının cinsine,
- sıvının saflığına,
- sıcaklığa bağlıdır.

İDEAL GAZ

Kinetik teori varsayımlarına uyan gazlardır.

GERÇEK GAZ

Tabiatta bulunan, tanecikleri arasında etkileşim olan gazlardır.

- Molekül kütlesi düşük
- Sıcaklığı yüksek
- Basıncı düşük
- Moleküler arası çekim kuvveti az
- $\frac{PV}{RT} = 1$ (1 mol gaz için)

} olan gazlar "ideal gaz"dır.

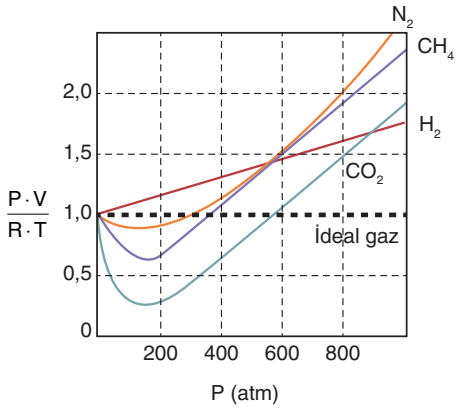
DİKKAT

- İdeal gazlar; **düşük sıcaklık, yüksek basınç** ve **yüksek molekül kütlesi** değerlerinde ideallikten sapar.
- Gerçek gazlar, yüksek basınç ve düşük sıcaklık değerlerinde tanecikler arası çekim kuvvetleri artacağı için ideallikten uzaklaşır.
- Aynı koşullarda bulunan ve apolar olan gerçek gazlardan mol kütlesi küçük olan ideale daha yakındır.
- Yüksek basınçta gerçek gazın hacmi, ideal gazın hacminden büyüktür.

  $V_{gerçek} = V_{ideal} + V$
- Düşük sıcaklıkta gerçek gazın basıncı, ideal gazın basıncından daha düşüktür.

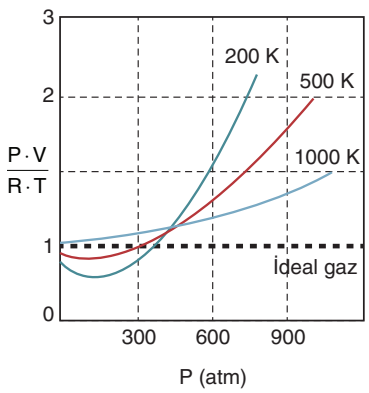
  $P_{gerçek} = P_{ideal} - P$

a) Molekül kütlesi büyük olan CO_2'te London çekim kuvvetleri daha büyük olduğundan ideallikten sapar (Mol kütleleri, g/mol; H_2: 2, N_2: 28, O_2: 32, CO_2: 44).



Farklı gazların ideallikten sapmaları

b) Düşük sıcaklıkta (200 K) tanecikler arası etkileşim daha fazla olduğundan ideallikten sapma görülür.

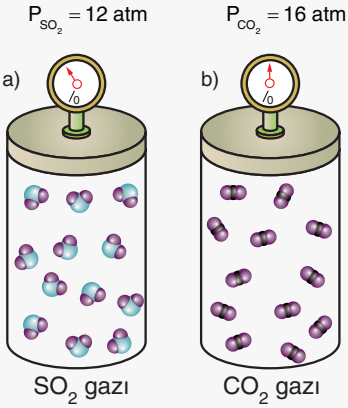


Aynı gazın farklı sıcaklıklarda ideallikten sapması

DİKKAT

Hacimleri, mol sayıları ve sıcaklıkları aynı olan gazlardan ideal gazın basıncı gerçek gazın basıncından daha büyüktür.

Hem SO_2 gazı hem de CO_2 gazı ideal davranıştan saparken moleküller arasındaki etkileşimin farklılığı nedeniyle SO_2 gazı CO_2 gazına göre ideal davranıştan daha çok sapar.

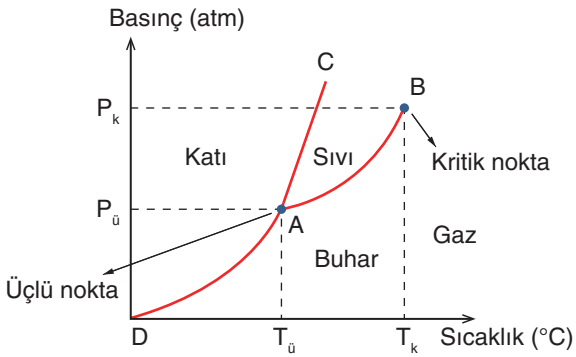


DİKKAT

Bir gazın sabit sıcaklıkta basıncı 2 atm'den, 4 atm'e çıkarıldığında hacmi yarıya iner (Boyle Kanunu'na uyar.). Ancak basınç 1000 atm'den 2000 atm'e çıkarıldığında hacim yarıya düşmez. Yani gazlar düşük basınçta ideal davranış gösterir.

FAZ DİYAGRAMLARI

- Maddenin farklı sıcaklık ve basınç şartlarında fiziksel durumlarını gösteren grafiklere "faz diyagramı" adı verilir.
- Diyagramda çizgilerin üstünde maddenin iki hâli (ortam heterojendir) bulunur.



AB = Buharlaşma - Yoğuşma eğrisi

AD = Süblimleşme - Kırağılaşma eğrisi

AC = Erime - Donma eğrisi

A = $T_ü$ sıcaklığında ve $P_ü$ basıncında maddenin üç hâlinin bir arada bulunduğu nokta = Üçlü nokta.

B = Kritik sıcaklık (T_k) ve kritik basınç (P_k) noktasıdır.

Kritik sıcaklık bir gazın basınç uygulanarak sıvılaştırılabileceğini en yüksek sıcaklıktır. Buhar - sıvı geçişinin sonlandığı noktadır.

KRİTİK BİLGİ

BUHAR: Kritik sıcaklığın altında sıkıştırılarak sıvılaştırılabilen akışkandır.

GAZ: Bulunduğu sıcaklıkta hiçbir basınç altında sıvılaştırılamayan akışkandır.

Gazlar ikiye ayrılır:

- Kritik sıcaklığı (T_k) ve kritik basıncı (P_k) daha düşük olan gazlar "kalıcı gazlar"dır (H_2, N_2, O_2...).
- Kritik sıcaklığı (T_k) ve kritik basıncı (P_k) yüksek olan gazlar "kalıcı olmayan gazlar"dır (CO_2, HCl, NH_3 ve H_2O).

H_2O VE CO_2'İN FAZ DİYAGRAMLARI

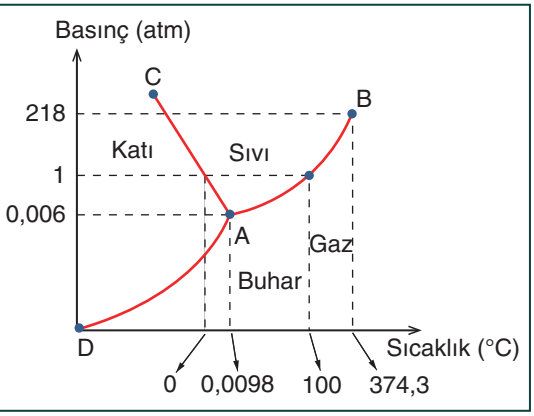
Suyun faz diyagramı:

- Atmosfer basıncı arttıkça erime ve donma noktası azalır.
- Atmosfer basıncı arttıkça kaynama ve yoğunlaşma noktası artar.
- 374,3 °C = Kritik sıcaklıktır.

Bu sıcaklığın üstünde basınç ile sıvılaştırılamaz.

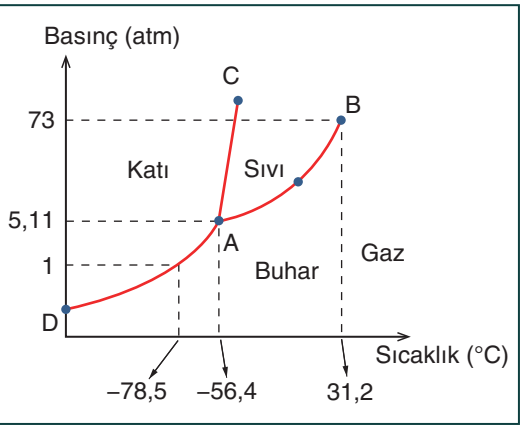
Bu sıcaklığın üzerinde H_2O gaz hâlinde bulunur.

- Erime - donma eğrisi negatif eğimlidir.
- Katısının özkütlesi sıvasınınkinden küçüktür.



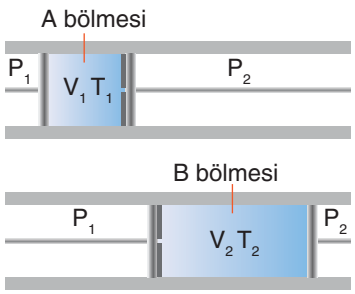
Karbon dioksitin faz diyagramı:

- Atmosfer basıncı arttıkça erime, donma, kaynama ve yoğuşma noktaları artar.
- Kritik sıcaklığı 31,2 °C olup bu sıcaklık üstünde basınçla sıvılaştırılamaz.
- CO_2 standart şartlarda basınçla sıvılaşabileceği için buhar hâlindedir.
- Erime - donma denge eğrisi pozitif eğimlidir.
- Katısının özkütlesi sıvısınınkinden büyüktür.



JOULE - THOMSON OLAYI

- Gerçek gaz molekülleri iki şekilde sıvılaşabilir:
  1. Yüksek basınç düşük sıcaklık şartları.
  2. Gaz moleküllerini bir yerden başka bir yere hareket ettirerek kinetik enerjilerini (mutlak sıcaklıklarını) düşürmek.



$P_1 > P_2$, $V_2 > V_1$ (genleşme), $T_1 > T_2$

Joule-Thomson olayı veren gazlar gerçek gazlar, vermeyenler ise ideal gazlardır.

Joule-Thomson olayında T_1ve T_2 sıcaklıkları arasındaki farkın büyüklüğü gazın bir gerçek gaz olarak davrandığını, farkın küçüklüğü ise gazın ideale yakın bir gaz olarak davrandığını gösterir.

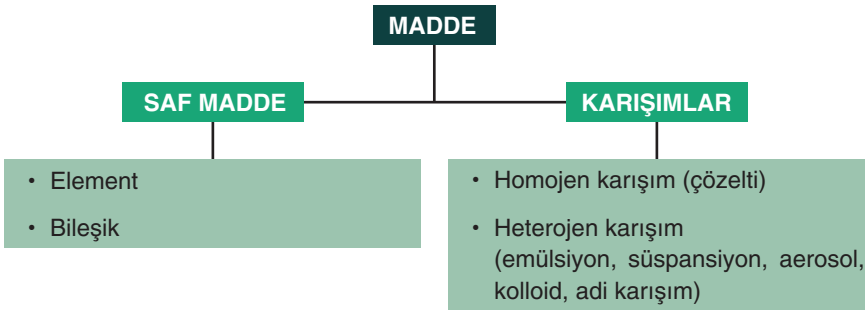
Joule - Thomson genleşmesi:

Genleşen gazlar genleşirken öz ısılarını kullandıkları için kinetik enerjileri azalır ve bulundukları ortamı soğutur.

- Joule - Thomson olayında genleşen gazın sıcaklık değişimi ne kadar azsa gaz o kadar ideale yakındır.
- Klimalarda ve buzdolaplarında Joule - Thomson olayından faydalanılır. Ayrıca bu yöntemle hava hızla genleştirilmiş, soğutulmuş ve havadan oksijen ve azot (damıtma ile) elde edilmiştir.
- H_2, He ve Ne dışındaki gazların sıcaklığı Joule - Thomson olayı ile düşer.

SOĞUTUCU AKIŞKANLAR

- Buhar hâline geçerken ortamın sıcaklığını düşürüp soğumasına neden olan gazlara “soğutucu akışkanlar” denir.
- Her gaz soğutucu akışkan olarak kullanılamaz.
- Soğutucu akışkanların özellikleri:
  - Kritik sıcaklığı yüksek olmalı.
  - Normal (1 atm) kaynama noktası düşük olmalı.
  - Yanıcı ve zehirli olmamalı.
  - Metallerle etkileşmemeli.
  - Çevreye zarar vermemeli.
  - Ucuz ve kolay bulunur olmalı.
  - Oda koşullarında buhar hâlinde olmalı.
- Puron – CH_2F_2, (CCl_2F_2 Freon 12)…….
- Freon 12, ozon tabakasına zarar verdiğinden birçok ülkede yasaklanmış; yerine kütlece %50 CH_2F_2 ve kütlece %50 C_2HF_5 gazlarından oluşan puron kullanılmaktadır.



- Çözelti = Çözen + Çözünen
  (Çözücü)

  Bir çözeltinin fiziksel hâlini çözücünün yani miktarı genellikle daha çok olan bileşenin fiziksel hâli (k, s, g) belirler.

  Çözücüsü sıvı olan çözeltiler = Sıvı Çözeltiler

  Çözücüsü su olan çözeltiler = Sulu Çözeltiler
- Çözünen maddenin çözücü ile çözelti oluşturması üç adımda gerçekleşir:
  1. Çözünen tanecikler arasındaki etkileşim zayıflar.
  2. Çözücü tanecikleri arasındaki etkileşim zayıflar.
  3. Çözücü ve çözünen tanecikleri etkileşir.
- Bir maddenin diğer madde içinde çözünmesi veya çözünmemesi;
  - çözücü ve çözünenin yapısına,
  - çözücü ve çözünenin etkileşimine,
  - etkileşimin kuvvetine bağlıdır.
- Çözünmede temel prensip,
  - "Benzer benzeri çözer."

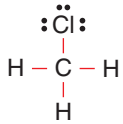
    veya
  - "Polar maddeler polar çözücülerde, apolar maddeler apolar çözücülerde çözünür."

  şeklinde ifade edilir.

POLAR MADDELER (DİPOL ETKİLEŞİM)

- İki farklı ametal atomundan oluşan diatomik moleküller (HF, HCl...)
- Merkez atomun ortaklanmamış elektron çifti içermesi

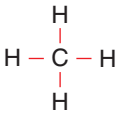
- Asimetrik yapı



APOLAR MADDELER (İNDÜKLENMİŞ DİPOL ETKİLEŞİMİ)

- Aynı ametallerden oluşan poliatomik moleküller (O_2, N_2, S_8...)
- Merkez atomun ortaklanmamış elektron çifti içermemesi

- Simetrik yapı



İYONİK BİLEŞİKLER (İYONİK ETKİLEŞİM)

- Katyon (+) ile anyon (-) arasında oluşacak bileşiklerdir.

  Metal + Ametal (H, C, N, O, F, Cl, Br, I, P, S, Se)

  Metal + Kök iyon (-)

  Kök iyon (+) + Kök iyon (-)

  Kök iyon (+) + Ametal

HİDROJEN BAĞI İÇEREN MADDELER (HİDROJEN BAĞI)

- Hidrojenin,

  F, O, N atomları ile bağlandığı bileşiklerdir (HF, NH_3, H_2O).

SOY GAZ (İNDÜKLENMİŞ DİPOL)

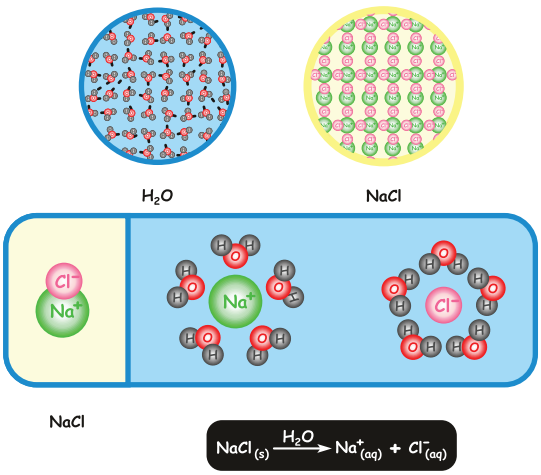
- He, Ne, Ar...

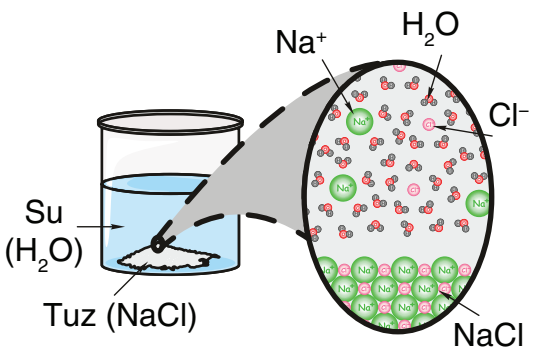
Çözünen	Çözen	Etkileşim Türü	Açıklama
HCl	H_2O	Dipol – dipol	Çözünür.
KCl	H_2O	İyon – dipol	Çözünür.
NaCl	CCl_4	İyon – indüklenmiş dipol	Çok zayıf bir etkileşimdir "çözünmez" kabul edilir.
O_2	H_2O	İndüklenmiş dipol – dipol	Zayıf bir etkileşimdir. Az da olsa çözünür. Sudaki hayatın kaynağıdır.
I_2	CCl_4	İndüklenmiş dipol – indüklenmiş dipol (London)	Çekim kuvvetleri birbirine yakındır. Çözünür.
NH_3	H_2O	Hidrojen bağı	Hidrojen bağı, dipol dipolden daha etkindir. Çözünür.

DİKKAT

- Çözünme olayında,
  1. Çözücü taneciklerin birbirinden ayrılması enerji gerektiren bir işlemdir ($\Delta H_1 > 0$, endotermik tepkime).
  2. Çözünen taneciklerin birbirinden ayrılması enerji gerektiren bir işlemdir ($\Delta H_2 > 0$, endotermik tepkime).
  3. Serbest hâldeki çözücü ve çözünen tanecikleri birbirini çekerek düzenli bir yapı oluşturur. Bu olay sonucu bağ oluşumu söz konusudur ve dışarıya enerji veren bir olaydır ($\Delta H_3 < 0$, ekzotermik tepkime).
  4. Çözünme olayının ekzotermik veya endotermik oluşu, üç aşamadaki enerji değişiminin toplamına bağlıdır. Toplam enerji pozitif ise çözünme endotermik, negatif ise ekzotermiktir. Bu olay aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

$$\Delta H_{\text{çözelti}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$





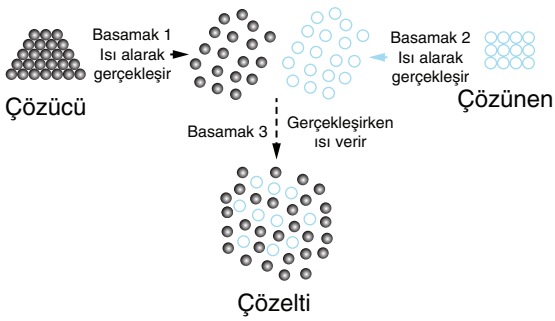
- **Çözünme Olgusu**

  Çözünme olayı için genel kural: Benzer benzeri çözer ilkesidir yani polar çözücüler polar maddeleri apolar çözücüler ise apolar maddeleri çözer. Bu durum, moleküller arası etkileşimlerle açıklanabilir:

  1. İyonik maddeler polar çözücülerde iyi çözünür.

  2. Hidrojen bağı taşıyan bir bileşik, polar olduğu için polar maddeleri çözer ancak hidrojen bağı taşıyan bileşikleri daha iyi çözer.

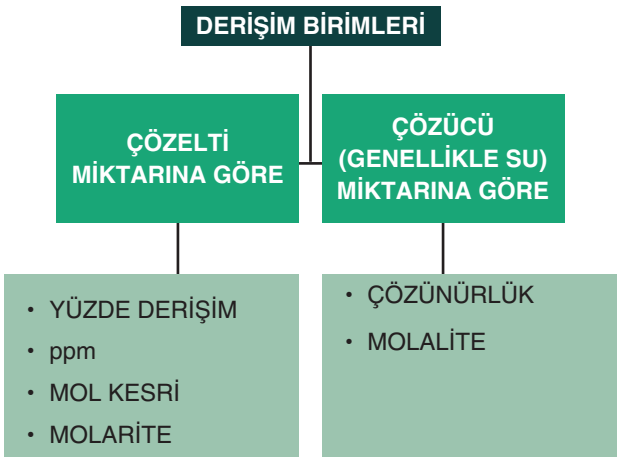
- En çok kullanılan çözelti türleri; sıvı içinde çözünmüş katı, sıvı veya gaz çözeltileridir. Çözücüsü su olan çözeltilere **sulu çözeltiler** denmektedir.
- Çözücü ve çözünenin birbiri içinde homojen olarak karışması ile çözünme olayı gerçekleşir.



Derişimle ilgili hesaplamalar yapılarak hesaplamalarda molarite ve molalite yanında kütlece yüzde, hacimce yüzde, mol kesri ve ppm kavramları da kullanılır.

ÇÖZÜNEN MADDE MİKTARINA GÖRE DERİŞİM BİRİMLERİ

Belirli miktar çözücüde çözünen madde miktarına "derişim" veya "konsantrasyon" denir.



ÇÖZELTİ MİKTARINA GÖRE DERİŞİM BİRİMLERİ

YÜZDE DERİŞİM

- Kütlece Yüzde: $Y = \frac{\text{Çözünen kütlesi}}{\text{Çözeltinin kütlesi}} \cdot 100$
- Hacimce Yüzde: $Y = \frac{\text{Çözünen hacmi}}{\text{Çözeltinin hacmi}} \cdot 100$

  Sıvılar için uygundur.

  (Antifriz = %40 (V/V) 60 mL su 40 mL glikol
- Kütle – Hacmi yüzdesi: $Y = \frac{\text{Çözünenin kütlesi}}{\text{Çözeltinin hacmi}} \cdot 100$
- (Fizyolojik serum %0,9 (m/V NaCl), 1 litrede 9 g NaCl)

Kütlece % derişimde,

- Su ekleme (seyreltme) ve su uzaklaştırma (derişik hâle getirme) işlemlerinde

  $m_1Y_1 = m_2Y_2$ (m = kütle, Y = yüzde)

  formülü kullanılır.
- Aynı maddenin farklı derişimdeki çözeltileri karıştırılsa,

  $m_1Y_1 + m_2Y_2 = m_TY_T$

  formülü kullanılır.

$$\begin{bmatrix}\text{Saf Çözünen} = \%100\\ \text{Saf Çözücü} = \%0\end{bmatrix}$$

ppm (Parts Per Million)

- Milyonda bir kısım
- İçme suyunda bulunan zararlı maddeler gibi çok seyreltik çözeltilerin derişimini belirlemede uygundur.

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg (Çözünen)}}{\text{kg (Çözelti)}}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{Çözünen (g)}}{\text{Çözelti (g)}} \cdot 10^6$$

MOL KESRİ

- Bir çözelti çeşitli bileşenlerden oluşur. Bileşenlerden birinin mol kesri bulunurken o bileşenin mol sayısı toplam mol sayısına bölünür.

$$X_{\text{Çözünen}} = \frac{n_{\text{Çözünen}}}{n_{\text{Toplam}}}$$

- Bir çözeltide tüm bileşenlerin mol kesirleri toplamı 1'dir.

  $X_A + X_B + \ldots = 1$

MOLARİTE

- 1 litre çözeltide çözünmüş maddenin mol sayısıdır.
- Molarite "M" ile gösterilir. "Molar" olarak ifade edilir. Birimi $\frac{mol}{L}$'dir. $\frac{mol}{L}$ yerine M yazılabilir.

$$M = \frac{n}{V(litre)} = \frac{\frac{m}{M_A}}{V}$$

- 1L'lik 1 M çözelti hazırlamak için,
  - 1 mol çözünenin gramı belirlenip tartılır.
  - Balon jojeye konulan maddenin üzerine az miktarda su eklenip tamamen çözülür.
  - Saf su ile balon jojenin 1 L işaretine kadar hacim tamamlanıp etiketlenir.
- Su ekleme veya su buharlaştırma işlemlerinde,

$M_1V_1 = M_2V_2$

- Aynı maddenin farklı derişimdeki çözeltileri karıştırıldığında,

$M_1V_1 + M_2V_2 = M_TV_T$

formülleri kullanılır. Formüller çözünmüş olarak bulunan madde miktarının değişmemesi gerçeğinden hareketle çıkarılabilir.

$$\begin{bmatrix} n_1 = n_2 \\ n_1 + n_2 = n_{son} \\ n = M \cdot V \end{bmatrix}$$

- Kütlece % (Y), özkütle (d) ve molekül ağırlığı (M_A) biliniyorsa,

$$M = \frac{Y \cdot d \cdot 10}{M_A}$$

- Karışımlarda iyon derişimi

$$İyon^{+-} = \frac{M \cdot V \cdot \text{iyon sayısı}}{V_{toplam}}$$

formülleri kullanılarak hesaplanır.

ÇÖZÜCÜ (GENELLİKLE SU) MİKTARINA GÖRE DERİŞİM BİRİMLERİ

ÇÖZÜNÜRLÜK

- Sabit sıcaklık ve basınçta 100 cm^3 suyla hazırlanan doygun çözeltide çözünen maddenin kütlesidir.

$$\frac{\text{Çözünen madde(g)}}{100\ cm^3\ su}$$

- Çözünürlüğe etki eden faktörler:
  - Madde cinsi
  - Sıcaklık
  - Basınç
  - Ortak iyon
- Çözünme hızına etki eden faktörler:
  - Sıcaklık
  - Yüzey
  - Karıştırma

MOLALİTE

- Molariteden farkı; çözelti yerine çözücü, hacim yerine kütle kullanılmasıdır.
- 1 kilogram (1000 gram) suda çözünen maddenin mol sayısına **molalite** denir.
- Molalitenin birimi: mol/kg su

  Birim kısaltılarak "molal" olarak ifade edilebilir. "m" ile gösterilir.

DİKKAT

- 1 molal çözelti:

  1 kg suda 1 mol madde çözünmüştür.
- 1 molar çözelti:

  1 litre sulu çözeltide 1 mol madde çözünmüştür.

ÇÖZELTİ DERİŞİMLERİ

ÇÖZELTİ MİKTARINA GÖRE TANIMLANAN

- Kütlece Yüzde
- Molarite
- ppm
- Mol Kesri

ÇÖZÜCÜ MİKTARINA GÖRE TANIMLANAN

- Çözünürlük (t, P = sbt)

$$\left(\frac{\text{Çözünebilen en fazla madde miktarı (g)}}{100\ cm^3\ su}\right)$$

- Molalite

$$m = \frac{\text{Çözünenin molü}}{\text{Suyun kilogramı}}$$

Kütlece Yüzde

- $Y = \frac{\text{Çözünenin madde kütlesi}}{\text{Çözelti kütlesi}} \cdot 100$
- $m_1Y_1 = m_2Y_2$
- $m_1Y_1 + m_2Y_2 = m_TY_T$

ppm

- $ppm = \frac{(mg)\text{çözünen}}{(kg)\text{çözelti}}$
- $ppm = \frac{\text{Çözünen(g)}}{\text{Çözelti(g)}} \cdot 10^6$

Molarite

- $M = \frac{n}{V(L)} = \frac{\frac{m}{M_A}}{V}$
- $M_1V_1 = M_2V_2$
- $M_1V_1 + M_2V_2 = M_TV_T$
- $M = \frac{Y \cdot d \cdot 10}{M_A}$
- $\text{İyon}^{+-} = \frac{M \cdot V \cdot \text{iyon sayısı}}{V_{toplam}}$

Mol kesri

- $X_{\text{Çözünen}} = \frac{n_{\text{çözünen}}}{n_{toplam}}$
- $X_{\text{çözünen}} + X_{\text{çözücü}} = 1$

KRİTİK BİLGİ

- Çözünme olayı için bazen kimya ve terminolojisini bilmeyenler tarafından yanlış olarak **erime** terimi kullanılır.
- ppm birimi, kütlece % derişime benzer şekilde düşünülebilir. "Kütlece yüzde" değil "kütlece milyonda" olarak düşünülebilir.
- ppt, ppm, ppb derişim: Eser miktarda madde içeren çözelti derişimlerinin gösterilmesinde kullanılır.
- $1nm = 10^{-9}$ m
- ppm (milyonda bir kısım): Çok seyreltik çözeltilerde 1 L çözeltide çözünen maddenin mg cinsinden miktarıdır.
- ppb (milyarda bir kısım): 1 L çözeltide çözünen maddenin μg (mikrogram) cinsinden miktarıdır.
- Derişim, birim miktar çözücü ya da çözeltideki çözünmüş olan madde miktarıdır.

ÇÖZELTİLERİN KOLİGATİF ÖZELLİKLERİ

Çözeltilerde çözünen maddenin (atom, iyon, molekül) sayısına ve derişimine bağlı olarak değişen özelliklere "koligatif özellikler" denir.

BUHAR BASINCI ALÇALMASI

- Sabit sıcaklıkta kapalı bir kapta sıvısı ile dengede olan buharın basıncına "denge buhar basıncı" denir.
- Saf suya eklediğimiz madde sıvısının buharlaşmasına engel olacak şekilde sıvı yüzeyinde bulunacağından çözeltinin buhar basıncı saf çözücünün buhar basıncından düşüktür. Çözünen maddenin derişimi arttıkça buhar basıncı düşer.

ÇÖZELTİLER

- Gerçek Çözeltiler (Rault Kanunu'na uymayan çözeltiler)
- İdeal Çözeltiler (Rault Kanunu'na uyan çözeltiler)

RAULT YASASI

- Uçucu olmayan çözünen varsa
- Çözeltiyi oluşturan her iki bileşen de uçucu ise

$P_{çözelti} = X_{çözücü} \cdot P^o_{çözücü}$

$P_{çözelti}$ = Çözeltinin buhar basıncı

$X_{çözücü}$ = Çözeltideki çözücünün mol kesri

$P^o_{çözücü}$ = Saf çözücünün buhar basıncı

$P_A = X_A \cdot P^o_A$

$P_B = X_B \cdot P^o_B$

$P_T = P_A + P_B$

(Şeker + Su)

$P_{çözelti} = P^o_{su} \cdot X_{su}$

(Su + Alkol)

$P_{çözelti} = P_{su} + P_{alkol}$

$P_{su} = P^o_{su} \cdot X_{su}$

$P_{alkol} = P^o_{alkol} \cdot X_{alkol}$

- Buhar basıncı düşmesi; çözeltide kaynama noktası yükselmesi, donma noktası alçalması ve ozmoza sebep olur.
- Buhar Basıncı α Sıcaklık
- Buhar Basıncı $\alpha \frac{1}{\text{derişim}}$
- Buhar Basıncı $\alpha \frac{1}{\text{Moleküller arası çekim kuvveti}}$

- Sıvılar her sıcaklıkta buharlaşır.
- Sıvının buhar basıncının dış basınca eşit olduğu sıcaklığa "kaynama noktası" denir.
- Aynı ortamda kaynayan farklı sıvıların buhar basınçları eşittir.

KAYNAMA NOKTASI YÜKSELMESİ

- Kaynama noktası, sıvının buhar basıncının dış basınca eşitlendiği sıcaklıktır.

  Uçucu olmayan katı, çözücüde çözündüğünde oluşacak sıvının buhar basıncı düşeceğinden bu değeri atmosfer basıncına eşitlemek zorlaşır ve kaynama noktası yükselir.

  ΔT_k = Kaynama noktası yükselmesi

  T_k = Çözeltinin kaynama noktası

  T_k^o = Saf çözücünün kaynama noktası

  m = Çözeltinin molalitesi $\left(\frac{mol}{kgsu}\right)$

  K_k = Molal kaynama noktası yükselmesi sabiti

  K_k = 0,52 °C/m

  T_s = Tanecik sayısı

- Tanecik sayısı belirlenirken moleküler veya iyonik çözünme belirleyicidir.

  $C_6H_{12}O_6(k) \rightarrow C_6H_{12}O_6(suda)$

  1 m 1 m

  $NaCl(k) \rightarrow Na^+(suda) + Cl^-(suda)$

  1 m 1 m

  2 m

  ΔT_k, suyun normal kaynama noktası olan 100 °C'a eklenir.

$$T_k = \Delta T_k + T_k^o$$

$$\Delta T_k = K_k \cdot m \cdot T_s$$

DONMA NOKTASI ALÇALMASI (Kriyoskopi)

- Çözeltinin donma noktası, saf çözüncünün donma noktasından küçüktür.
- Kışın yollara tuz atılmasının sebebi budur.
- $\Delta T_d = K_d \cdot m \cdot T_s$
- K_d = 1,86 °C/m
- ΔT_d, suyun normal donma noktası olan 0 °C sıcaklıktan çıkarılır.

KAYNAMA NOKTASI – DONMA NOKTASI

Kaynama Noktası α $P_{dış}$

Kaynama Noktası α $\frac{1}{\text{Buhar Basıncı}}$

Kaynama Noktası α Derişim

Kaynama Noktası α Moleküller arası çekim

$\Delta T_k = 0{,}52 \cdot m \cdot T_s$

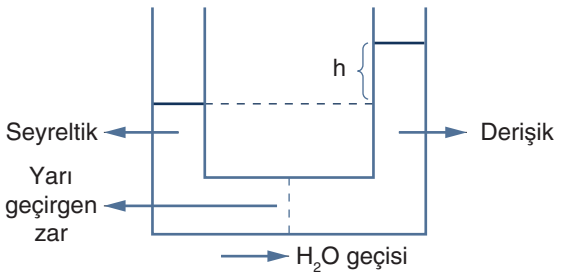
$\Delta T_d = 1{,}86 \cdot m \cdot T_s$

T_s = Tanecik sayısı = [Şeker: 1; NaCl: 2; $AlCl_3$: 4]

OZMOTİK BASINÇ

Derişim farklı iki çözelti arasında, çözücü taneciklerinin geçişine izin veren zar yardımı ile derişimi az olan çözeltiden derişik olan tarafa doğru çözücü geçişi olur.

Derişik çözeltide sıvı seviyesinin yükselmesine sebep olan bu olaya "ozmoz" denir.



- Sıvı yüksekliği "h"nin oluşturduğu basınca "ozmotik basınç" denir.
- Ozmotik basınç sıvı moleküllerinin geçişini durduran basınç olarak da tanımlanabilir.
- Yüksek basınçta "ters ozmoz" oluşur. Deniz suyunun arıtımında kullanılır.
- U borusunun iki tarafında derişimler eşitse çözeltiler izotoniktir. Eşit değilse derişimi yüksek çözelti hipertonik, düşük çözelti hipotoniktir.
- Su, ağacın yapraklarına ozmotik basınçla ulaşır.

KRİTİK BİLGİ

- Bir çözeltinin sadece içerisinde çözünen taneciklerin sayısına bağlı olan özelliklerine koligatif özellikler denir.
- **Buhar Basıncının Düşmesi**

Bir sıvının buhar basıncı, sıvı tanecikleri arasındaki çekim kuvvetlerine bağlıdır.

- Bir sıvı içerisinde uçucu olmayan bir katı çözündüğünde çözeltiyi oluşturan tanecikler arasındaki etkileşimler artar.
- Etkileşimlerin artması sonucunda çözücü molekülleri çözelti yüzeyinden daha zor uzaklaşır.
- Dolayısıyla çözelti, saf çözücünün buhar basıncından daha düşük bir buhar basıncına sahip olur.

- **Kaynama Noktası Yükselmesi**
  - Uçucu olmayan çözünen içeren çözeltinin kaynama sıcaklığı, saf çözücünün kaynama sıcaklığından daha yüksek olur. Bu kaynama noktası yükselmesi, çözeltideki toplam tanecik derişimi ile doğru orantılı olarak artar.
  - Çözeltilerin sabit basınç altında belirli kaynama noktaları yoktur, kaynamaya başladığı sıcaklık vardır.
- **Donma Noktası Alçalması**

Saf bir sıvının içerisine herhangi bir madde çözündüğünde oluşan çözelti saf sıvıya göre daha düşük sıcaklıkta donar. Donma noktasındaki bu düşüşe donma noktası alçalması denir. Kışın arabaların radyatörlerine antifriz konulması, buzlu yollara tuz atılması bu duruma örnek verilebilir.

- **Ozmotik Basınç**
  - Ozmoz olayı, çözünen parçacıklarının geçemediği yarı geçirgen bir zardan çözücü moleküllerinin kendiliğinden geçmesidir.
  - Yarı geçirgen zarın iki tarafında farklı derişimdeki çözeltiler yer aldığında çözücü daha seyreltik çözeltiden daha derişik çözeltiye geçer.
- Ozmotik basınç → Ozmotik basınç, ozmoz sırasında saf çözücüden çözeltiye çözücü moleküllerinin akışını durdurmak için gereken basınçtır.

SIVI ÇÖZELTİLER VE ÇÖZÜNÜRLÜK

ÇÖZELTİLERİN SINIFLANDIRILMASI

Fiziksel Hâllerine Göre Çözeltiler

Çözelti, çözen ve çözünenden oluşan homojen karışımdır. Genellikle miktarı çok olan bileşen çözücüdür. Çözücü, çözeltilerin fiziksel hâlini belirler.

Çözen	Çözünen	Çözelti
Katı	Katı	Alaşım
Sıvı	Katı	Şerbet
Sıvı	Sıvı	Kolonya
Sıvı	Gaz	Kola
Gaz	Gaz	Hava

(Çözünme Şekillerine) İletkenliklerine Göre Çözeltiler

II. Çözünme türü

A. İyonik	B. Moleküler
(Asit, baz ve tuzlar)	(Şeker, alkol)
$NaCl(k) \rightarrow Na^+(suda) + Cl^-(suda)$	$C_{12}H_{22}O_{11}(k) \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11}(suda)$
(Elektrolit)	(Elektrolit değil)

Çözünürlüklerine Göre Çözeltiler

III. Çözünenin Madde Miktarına Göre (Bağıl)

A. Derişik (Konsantre)

İçinde çözünen maddesi, diğer çözeltiye göre daha fazladır.

B. Seyreltik

İçinde çözünen maddesi, diğer çözeltiye göre daha azdır.

- Bir çözelti tek başına derişik veya seyreltik olarak tanımlanamaz.
- Derişik çözeltiye çözücü eklenerek seyreltik, seyreltik çözeltiye çözünen eklenerek derişik hâle getirilebilir.
- Laboratuvarlarda en çok asit çözeltilerinin kıyaslanmasında kullanılır.

III. Çözünenin Çözünürlüğüne Göre

Çözünürlük sabit sıcaklık ve basınçta 100 cm^3 suyun çözebileceği maksimum madde miktarıdır. Maddenin tüm fiziksel hâlleri için kullanılabilecek ayırt edici özelliklerden biridir. Deneysel olarak belirlenip tablo ve grafik hâlinde verilir.

- Çözünürlüklerine göre çözeltiler 3'e ayrılır.

t °C sıcaklıkta Çözünürlük $= \frac{30 \text{ g X}}{100 \text{ cm}^3 \text{ su}}$ ise

A. DOYMAMIŞ ÇÖZELTİ

t °C sıcaklıkta (100 cm^3 suda 20 g X çözünmesi)

B. DOYMUŞ ÇÖZELTİ

t °C sıcaklıkta (100 cm^3 suda 30 g X çözünmesi)

C. AŞIRI DOYMUŞ ÇÖZELTİ

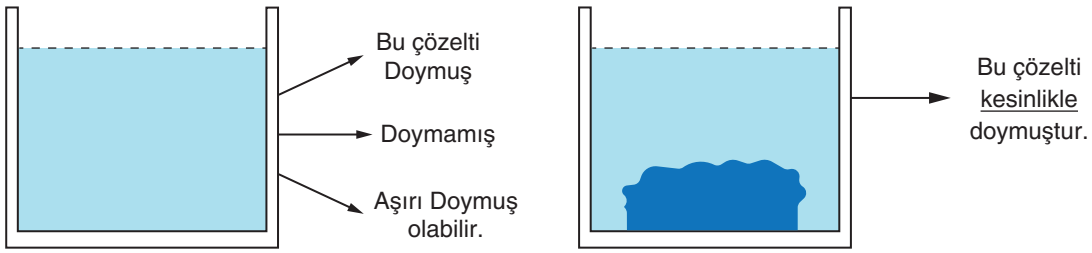
t °C sıcaklıkta (100 cm^3 suda 40 g X çözünmesi durumudur.)

Çökme yoktur. Kararsızdır. Çökebilir.

(Aşırı doymuş çözeltiler kararsızdır. Zamanla çözünen maddenin bir kısmı kristal olarak aşırı doymuş çözeltiden ayrılır. **Kristallenme,** çözünen katının çözeltiden ayrılıp kristaller oluşturma işlemidir.)

Reçel, $Pb(CH_3COO)_2$...

Çözünen	Çözen	Etkileşim Türü	Açıklama
HCl	H_2O	Dipol - dipol	Çözünür.
KCl	H_2O	İyon - dipol	Çözünür.
NaCl	CCl_4	İyon - indüklenmiş dipol	Çok zayıf bir etkileşimdir, "çözünmez" kabul edilir.
O_2	H_2O	İndüklenmiş dipol - dipol	Zayıf bir etkileşimdir. Az da olsa çözünür. Sudaki hayatın kaynağıdır.
I_2	CCl_4	İndüklenmiş dipol - indüklenmiş dipol (London)	Çekim kuvvetleri birbirine yakındır. Çözünür.
NH_3	H_2O	Hidrojen bağı	Hidrojen bağı, dipol dipolden daha etkindir. Çözünür.



ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

1) Madde Cinsi

- Benzer benzeri çözer.

  Polar maddeler polar çözücülerde, apolar maddeler apolar çözücülerde çözünür.
- Su evrensel bir çözücüdür.
- Su; polar, iyonik ve hidrojen bağı içeren maddeleri iyi çözer. O_2 gibi apolar maddeleri az çözer.

2) Basınç

- Basınç katı ve sıvı maddelerin çözünürlüğünü etkilemez.
- Gazların çözünürlüğü basınç arttıkça artar. Kola şişesinin kapağı açıldığında basınç azalacağından gaz açığa çıkar. Dalgıçlar derinlerden hızla yukarı çıkarlarsa kanlarında çözünmüş olarak bulunan gaz açığa çıkacağından "vurgun" olayı gerçekleşir.

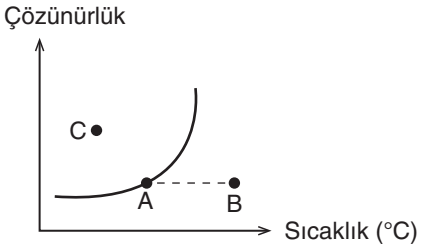
3) Sıcaklık

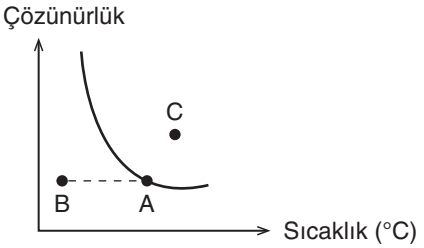
- Katı ve sıvıların çözünürlüğü genellikle endotermik olduğundan sıcaklık arttıkça çözünürlük artar.

  (NaCl, KNO_3, K_2SO_4…)
- Sıcaklık arttıkça çözünürlüğü azalan katılar da vardır.

  ($Ce_2(SO_4)_3$, $CdSO_4$...)
- $X(k) + Enerji \rightarrow X(suda)$

  Endotermik çözünen katılarda sıcaklık azaltılırsa çözünürlüğü azalan katı düzgün geometrik şekilli katılar oluşturur. Bu olaya "kristallendirme" denir. Sıcaklık artışı veya su ilavesi ile bu katı çözünebilir.
- $X(g) \rightarrow X(suda) + Enerji$
- Gazların çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalır. Ekzotermik çözünme sebebiyle gazlı içecekler soğuk içilir.





A = Doymuş çözelti
B = Doymamış çözelti
C = Aşırı doymuş çözelti

I nolu grafikte B soğutulursa,

II nolu grafikte B ısıtılırsa doymuş hâle gelir.

A ve B noktalarında çözelti derişimleri eşittir.

KRİTİK BİLGİ

- Bir çözeltiye,

1. Saf çözücü eklenirse çözelti **seyrelmiş** olur.
2. Saf çözünen eklenir veya çökelme olmaksızın çözücü buharlaştırılırsa çözelti **derişik** hâle geçer.

- **Çözünürlüğe etki etmeyip çözünme hızına etki eden faktörler:**
  - Temas yüzeyini artırmak.
  - Çözücü veya çözünen ilave etmek.
  - Çözeltiyi karıştırmak.
  - Çözünen maddeyi toz hâline getirmektir.

- **Gazların sıvılardaki çözünürlüğü,**

  Çözelti üzerindeki gazın kısmi basıncı ile doğru orantılıdır.
  - Dalgıçlarda derin sularda görülen vurgun olayı,
  - Gazlı içeceklerdeki şişenin kapağı açıldığında gaz çıkışının olması

  gibi olaylar basıncın gazların çözünürlüğüne etkisiyle ilgilidir.

TEPKİMELERDE ISI DEĞİŞİMİ

- Her maddenin yapısında depoladığı bir enerjisi vardır.
- Enerji, iş yapabilme kapasitesidir. Enerji yoktan var edilemez. Bir formdan başka bir forma dönüşebilir.
- Kinetik enerji; bir sistemdeki taneciklerin titreşim, öteleme ve dönme hareketlerinden oluşur.
- Bir sistemdeki taneciklerin birbiriyle etkileşiminden potansiyel enerji oluşur.
- Maddelerin sahip olduğu potansiyel enerji kimyasal olaylar sırasında ısı, ışık, ses, elektrik veya hareket enerjisine dönüşebilir.
- İç enerji, maddenin tüm taneciklerinin kinetik ve potansiyel enerjileri toplamıdır.
- Sıcaklık, madde ile ortam arasında ısı akışının yönünü belirleyen bir hâl değişimi olup kinetik enerjinin ortalama bir ölçüsüdür. Isı ise madde ile ortam arasındaki sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerjidir.
- Sistemin sahip olduğu toplam enerji; entalpi, ısı kapsamı, potansiyel enerji veya tepkime ısısı olarak adlandırılabilir ve H ile gösterilir.
- Entalpi (H), sabit basınç altında gerçekleşen bir tepkimede alınan veya verilen ısı miktarıdır.
- Fiziksel, kimyasal ve nükleer olayların tümünde sistem ısı alır veya verir. Fiziksel olaylara eşlik eden enerji en küçük iken (buzun erimesi), nükleer olaylara eşlik eden enerji en büyüktür (atom bombası).
- Entalpinin birimi, uluslararası birim sistemine (SI) göre kJ ve kJ/mol cinsinden hesaplanır.
- Entalpi değişiminin bağlı olduğu faktörler:
  - Tepkimedeki maddelerin fiziksel hâlleri
  - Tepkime ortamının sıcaklık ve basıncı
  - Tepkimedeki madde miktarları
- Entalpi katalizöre bağlı değildir.
- Entalpi bir hâl fonksiyonu olduğundan izlenen yola bağlı değildir ve doğrudan ölçülemez. Sistemin ilk hâli ile son hâli arasındaki entalpi farkından faydalanılarak ölçüldüğünde ΔH'den bahsedilir.

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{ürünler}} - \sum \Delta H_{\text{girenler}}$$

- Sabit basınçta sistem dışarıdan enerji alırsa entalpisi artar, dışarıya enerji verirse entalpisi azalır.
- Sistemin enerji alışverişine göre tepkimeler ikiye ayrılır:
  1. Endotermik (Isı alan)
  2. Ekzotermik (Isı veren)

1. Endotermik Tepkimeler

- Dışarıdan ısı (enerji) alarak gerçekleşen tepkimelerdir.
- Isı girenler tarafına yazılır.
- Tepkime oku üzerinde "ısı", "Δ" şeklinde veya tepkimenin gerçekleştiği sıcaklık yazılarak da ifade edilebilir.

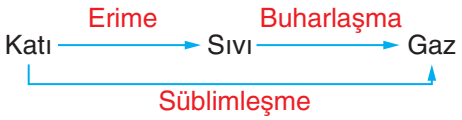
$A + B + \text{ısı} \rightarrow C + D$

$A + B \xrightarrow{\text{ısı}} C + D$

$A + B \xrightarrow{\Delta} C + D$

Endotermik tepkime türleri:

- Maddenin düzenli hâlden düzensiz hâle geçtiği erime, buharlaşma, süblimleşme gibi hâl değişimleri



- Azotun yanması

$\frac{1}{2}N_2(g) + O_2(g) + 33{,}9\ kJ \rightarrow NO_2(g)$

- Analiz reaksiyonları

$CaCO_3(k) \xrightarrow{\Delta} CaO(k) + CO_2(g)$

- Bağ kırılması

$H_2(g) + ısı \rightarrow 2H(g)$

- Tuz, şeker gibi birçok katının suda çözünmesi

$NaCl(k) + ısı \xrightarrow{H_2O(s)} Na^+(suda) + Cl^-(suda)$

- Bir atomdan elektron koparılması (İyonlaşma enerjisi)

$X(g) + Enerji \rightarrow X^+(g) + e^-$ (iyonlaşma enerjisi)

2. Ekzotermik Tepkimeler

- Dışarıya ısı (enerji) vererek gerçekleşen tepkimelerdir.
- Isı ürünler tarafına yazılır.

$A + B \rightarrow C + D + ısı$

Ekzotermik tepkime türleri:

- Maddenin düzensiz hâlden düzenli hâle geçtiği donma, yoğuşma, kırağılaşma gibi hâl değişimleri

- Yanma olayları

$C(k) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + ısı$

- Bazı sentez reaksiyonları

$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g) + ısı$

- Bağ oluşumu

$2N(g) \rightarrow N_2(g) + Enerji$

- Gazların ve bazı katıların suda çözünmesi

$O_2(g) \rightarrow O_2(suda) + ısı$

- Bazı atomların birinci elektron ilgileri

$F(g) + e^- \rightarrow F^-(g) + Enerji$

- Nötralleşme ile metal – asit tepkimeleri

$NaOH(suda) + HCl(suda) \rightarrow NaCl(suda) + H_2O(s) + ısı$

STANDART OLUŞUM ENTALPİSİ

- Gerçekleşen fiziksel ve kimyasal olayın cinsine göre entalpi değerleri farklı isimler alır.
  - Erime Entalpisi
  - Yanma Entalpisi
  - Nötralleşme Entalpisi
  - Çözünme Entalpisi
  - Standart Oluşum Entalpisi vb.
- Standart Oluşum Entalpisi: 25 °C sıcaklık ve 1 atm basınçta bir bileşiğin kararlı hâldeki elementlerinden oluşumu sırasındaki ısı değişimidir.
  - ΔH_f^o ile gösterilir.
  - Bileşik 1 mol ise "standart molar oluşum entalpisi" denir.
- Elementlerin standart şartlarda en kararlı hâllerinin oluşum entalpisi sıfır kabul edilir. O_2 allotropu için oluşum entalpisi sıfır iken ozon (O_3) için bu değer sıfırdan farklıdır.

  C(grafit)'in oluşum entalpisi sıfır iken C(elmas) için bu değer sıfırdan farklıdır.

- Bir tepkimenin entalpisi, ürünlerin standart oluşum entalpilerinden girenlerin standart oluşum entalpileri çıkarılarak bulunur.

$aA(g) \rightarrow bB(g)$
$\Delta H^o_{tepkime} = \sum \Delta H^o_{f(ürünler)} - \sum \Delta H^o_{f(girenler)}$
$\Delta H^o_{tepkime} = b\Delta H^o_f(B) - a\Delta H^o_f(A)$

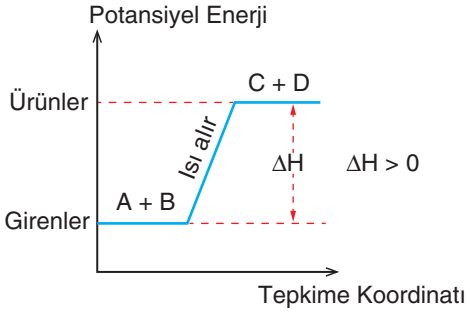
- $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(s)$ tepkimesinin enpaltisi, $H_2O(s)$'yun standart molar oluşum entalpisine eşittir.
- $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesinin entalpisi, amonyak gazının standart molar oluşum entalpisinin iki katına eşittir.
- $CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ tepkimesinin entalpisi, CO_2 gazının standart molar oluşum entalpisine eşit değildir. Çünkü CO_2 elementlerinden elde edilmemiştir. CO(g) bileşiktir.

- Bazı elementlerin standart koşullardaki kararlı hâlleri tablodaki gibidir.

Element	Kararlı Hâl
Hidrojen	$H_2(g)$
Karbon	C(grafit)
Cıva	Hg(s)
Fosfor	P(beyaz)
Kükürt	S(rombik)
İyot	$I_2(k)$
Oksijen	$O_2(g)$
Metaller (Hg hariç)	Katı hâl

POTANSİYEL ENERJİ - TEPKİME KOORDİNATI GRAFİĞİ

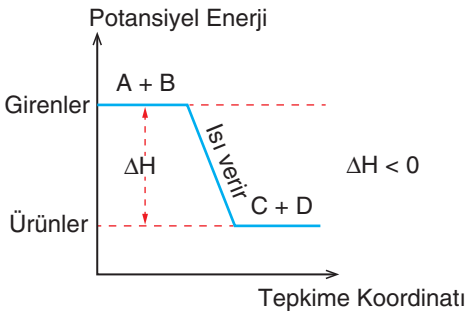
1. Endotermik Tepkimeler



A + B + ısı → C + D
$\Delta H = \Delta H_{ürünler} - \Delta H_{girenler}$
$\Delta H_{ürünler} > \Delta H_{girenler}$
A + B → C + D ΔH > 0

- Genellikle istemsiz tepkimelerdir. Enerji kesildiğinde tepkime durur. Tepkimenin devamı için enerji verilmelidir.
- Minimum enerjiye eğilim girenler lehinedir.

2. Ekzotermik Tepkimeler



A + B → C + D + ısı
$\Delta H = \Delta H_{ürünler} - \Delta H_{girenler}$
$\Delta H_{ürünler} < \Delta H_{girenler}$
A + B → C + D ΔH < 0

- Genellikle istemli tepkimelerdir. Bir kez başladıktan sonra kendiliğinden devam eden tepkimelerdir.
- Minimum enerjiye eğilim ürünler lehinedir.

PÜF NOKTA

- Entalpi değişiminin bağlı olduğu faktörler:
  - Tepkimedeki maddelerin fiziksel hâlleri
  - Tepkime ortamının sıcaklık ve basıncı
  - Tepkimedeki madde miktarları
- Entalpi katalizöre bağlı değildir.
- Entalpi bir hâl fonksiyonu olduğundan izlenen yola bağlı değildir ve doğrudan ölçülemez.

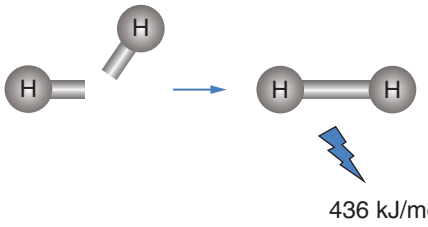
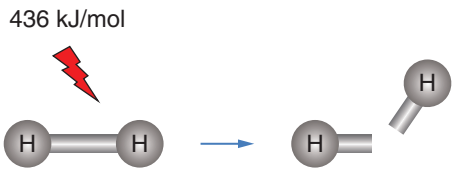
  $\Delta H = \sum \Delta H_{ürünler} - \sum \Delta H_{girenler}$
- Endotermik Tepkimelerde: $\Delta H > 0$
- Ekzotermik Tepkimelerde: $\Delta H < 0$
- Elementlerin standart şartlarda (25 °C, 1 atm) en kararlı hâllerinin oluşum entalpisi sıfırdır.

  C(grafit) $\Delta H_f^o = 0$, C(elmas) $\Delta H_f^o \neq 0$

  Fe(k) $\Delta H_f^o = 0$, Fe(s) $\Delta H_f^o \neq 0$

BAĞ ENERJİLERİ VE TEPKİME ENTALPİSİ

- Kimyasal türler daha düşük enerjili (kararlı) hâle ulaşmak için bağ oluşturur. Bu sebeple bağ oluşumu tepkimeleri ekzotermik, bağ kopması tepkimeleri ise endotermiktir.

	
Bağ oluşumu: Ekzotermik	Bağ kopması: Endotermik
$H(g) + H(g) \rightarrow H_2(g) + 436\ kJ$	$H_2(g) + 436\ kJ \rightarrow H(g) + H(g)$

- Bir bağ oluşurken açığa çıkan enerji, o bağı koparmak için verilmesi gereken enerjiye eşittir.
- Aynı veya farklı cins atomları güçlü etkileşimlerle bir arada tutan çekim kuvvetlerine "kimyasal bağ" denir.
- Bağ enerjisi, atomdaki kovalent bağı koparmak için gerekli olan enerjidir.

  ΔH^o_B ile gösterilir.
- Bağ enerjisinin hesaplanabilmesi için tepkimedeki tüm türlerin gaz fazında olması gerekir.
- Bir bağın oluşması sırasında açığa çıkan enerji ne kadar büyükse bağ o kadar sağlamdır.
- İki ametal atomu arasında ortaklaşa kullanılan elektron çifti sayısı arttıkça bağ uzunluğu azalır, bağ kuvveti artar.

$N \equiv N(g) + a\ kJ \rightarrow 2N(g)$
$O = O(g) + b\ kJ \rightarrow 2O(g)$
$F - F(g) + c\ kJ \rightarrow 2F(g)$
$a > b > c$

- Bağ enerjilerinden faydalanarak entalpi hesaplanırken,

ΔH = Kırılan bağların enerjisi - Oluşan bağların enerjisi
$\Delta H^o = \Delta H^o_{B(\text{kopan bağlar})} - \Delta H^o_{B(\text{oluşan bağlar})}$

formülü kullanılır. Kopan ve oluşan bağları görebilmek için tüm türlerin Lewis formülleri yazılmalıdır.

- Aynı atomlar arasındaki bağ enerjisi doğrudan hesaplanır (Cl – Cl, O = O, F – F). Farklı atomlar arasındaki bağ enerjisi o bağı içeren farklı bileşiklerdeki değerlerin ortalaması alınarak belirlenir (C – H, C – O, C – Cl).

TEPKİME ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ

- Kimyasal tepkimedeki toplam entalpi değişimi ara basamakların entalpi değişimlerinin toplamına eşittir ve bu eşitlik "Hess Yasası" olarak bilinir.
- Hess Yasası'na göre tepkime entalpisi hesaplanırken tüm basamaklar aynı sıcaklıkta gerçekleşmiş ve denkleştirilmiş olmalıdır.
- Hess Yasası kullanılarak deneysel olan, ölçülemeyen ΔH değerleri teorik olarak ölçülebilir.

İşlem	Kural	Tepkime	Tepkime Entalpisi
		$A + B \rightarrow C$	$\Delta H = a$
Tepkimeyi ters çevirmek	Entalpi değerinin toplamaya göre tersi alınır.	$C \rightarrow A + B$	$\Delta H = -a$
Tepkimeyi herhangi bir sayıyla çarpmak	Entalpi değeri de aynı sayıyla çarpılır.	$2A + 2B \rightarrow 2C$	$\Delta H = 2a$
İki reaksiyonu toplayıp yeni reaksiyon elde etmek	Reaksiyonların da entalpileri toplanır.	$A + B \rightarrow C \quad \Delta H_1 = a$ $C + D \rightarrow B + E \quad \Delta H_2 = b$ $A + D \rightarrow E \quad \Delta H_3$	$\Delta H_3 = a + b$

HATIRLAYALIM

ΔH Hesabı*:

I. Oluşum Entalpilerinden

$$\Delta H^o = \sum \Delta H^o_{f(\text{ürünler})} - \sum \Delta H^o_{f(\text{girenler})}$$

II. Potansiyel Enerji – Tepkime Koordinatı Grafiğinden

$$\Delta H = E_{ai} - E_{ag}$$

III. Bağ Enerjilerinden

$$\Delta H^o = \sum \Delta H^o_{\text{kopan bağlar}} - \sum \Delta H^o_{\text{oluşan bağlar}}$$

* Bu eşitlikler yanında Hess Kanunu, kalorimetre ve stokiyometrik hesaplamalarla da entalpi hesabı yapılabilir.

HATIRLAYALIM

Aynı şartlarda aynı madde için,

$\Delta H^o_{\text{erime}} = -\Delta H^o_{\text{donma}}$

$\Delta H^o_{\text{buharlaşma}} = -\Delta H^o_{\text{yoğunlaşma}}$

$H^o_{\text{bağ kopması}} = -\Delta H^o_{\text{bağ oluşması}}$

PÜF NOKTA

BAĞ ENERJİLERİ VE TEPKİME ENTALPİSİ

Bağ enerjisinin hesaplanabilmesi için tepkimedeki tüm türlerin gaz fazında olması gerekir.

Bir bağın oluşması sırasında açığa çıkan enerji ne kadar büyükse o bağ o kadar sağlamdır.

Bağ sağlamlığı: $- C \equiv C - > - C = C - > - C - C -$

Bağ uzunluğu: $- C \equiv C - < - C = C - < - C - C -$

- Reaksiyon Hızı: Birim zamanda değişime uğrayan madde miktarıdır. (RH = r = v)

$$RH = \frac{\text{Madde miktarındaki değişim}}{\text{Geçen zaman}}$$

  - Madde miktarı; mol, hacim, molar derişim, kütle... cinsinde olabilir.
  - Zaman; yıl, ay, gün, saat, dakika, saniye... biriminde olabilir.

- Bir reaksiyondaki tüm türler için hız bağıntısı yazılabilir. Bunun için girenler harcandığından miktarındaki azalma, ürünler oluştuğu için miktarındaki artma dikkate alınır.

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$

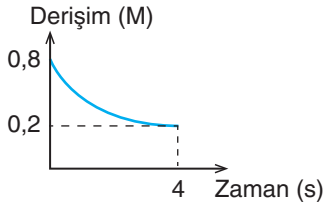
$$RH_{N_2} = -\frac{[N_2]}{\Delta t},\quad RH_{H_2} = -\frac{[H_2]}{\Delta t},\quad RH_{NH_3} = +\frac{[NH_3]}{\Delta t}$$

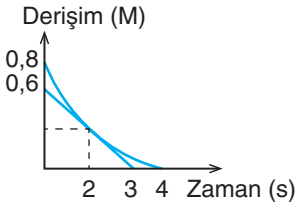
- Türlerin hızlarını birbirine bağlamak için denkleşmiş denklemdeki katsayılar 1'in paydası olarak alınır.

$$\frac{1}{1}RH_{N_2} = \frac{1}{3}RH_{H_2} = \frac{1}{2}RH_{NH_3}$$

HIZ

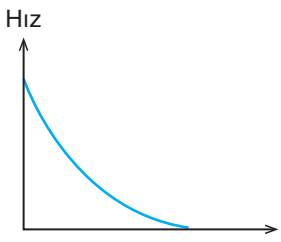
Ortalama Hız	Anlık Hız
(Tepkimenin belirli bir zaman aralığındaki hızı)	(Tepkimenin herhangi bir andaki hızı)





$$V_{ort} = \left(\frac{0,8 - 0,2}{4}\right) = \frac{0,6}{4}\frac{M}{s}$$

2. saniyede hız: $\frac{0,6}{3}\frac{M}{s}$



Bir reaksiyonun başlangıçtaki hızı en büyüktür.

DİKKAT

- Ortalama hız, tepkimenin belirli bir zaman aralığındaki hızı olup değeri daima pozitiftir.
- Anlık hız, tepkimenin belirli bir andaki hızı olup değeri derişim – zaman grafiğinden elde edilen teğetin eğimiyle hesaplanır. Değeri derişimi azalan maddeler için negatif, artan maddeler için pozitiftir.

HIZ BELİRLEME YÖNTEMLERİ

1. Kolorimetrik yöntem (renk değişimi)

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

Yeşil Renksiz

2. Basınç değişimi

(gazlarda $n_{girenler} \neq n_{ürünler}$ ise V, T = sabit)

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

Tepkime hızı basınç azalması ile gözlenir.

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ tepkimesinde $n_{girenler} = n_{ürünler}$ olduğundan tepkime hızı basınç değişimi ile gözlenemez.

3. İletkenlik değişimi

$CO_2 + H_2O \rightarrow 2HCO_3^- + H^+$

Tepkime hızı iletkenlik artışı ile gözlenir.

ÇARPIŞMA TEORİSİ

- Kimyasal reaksiyonların gerçekleşme şartlarını verir.

1. Tanecikler çarpışmalıdır.
2. Uygun geometri ile çarpışmalıdır.
3. Belirli bir enerji engelini (eşik enerjisini) aşmalıdır.

Bu şartları sağlayan çarpışmalara "etkin çarpışma" denir.

Her çarpışma etkin çarpışma ile sonuçlanmaz.

$$\Delta H = \sum \Delta H^\circ_ü - \sum \Delta H^\circ_g$$

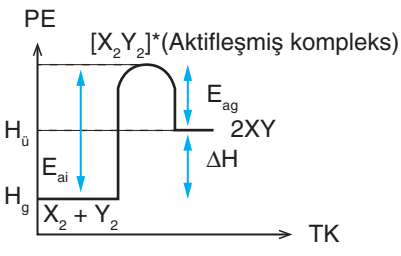
$$\Delta H = E_{ai} - E_{ag}$$

- ΔH, "–" veya "+" olabilir.
- İleri veya geri aktifleşme enerjisi negatif (–) olamaz.

POTANSİYEL ENERJİ – TEPKİME KOORDİNATI GRAFİKLERİ

Kimyasal reaksiyonların gerçekleşme şartlarını verir.

Endotermik Tepkime



ısı + $X_2 + Y_2 \rightarrow 2XY$

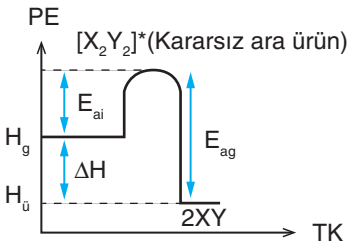
$E_{ai} > E_{ag}$

$H_ü > H_g$

$\Delta H > 0$

Düşük sıcaklıkta girenler kararlıdır.

Ekzotermik Tepkime



$X_2 + Y_2 \rightarrow 2XY$ + ısı

$E_{ai} < E_{ag}$

$H_ü < H_g$

$\Delta H < 0$

Düşük sıcaklıkta ürünler kararlıdır.

- Tepkimeler türlerin fiziksel hâllerine göre ikiye ayrılır:
  1. Tepkimedeki tüm türler aynı fiziksel hâlde ise "homojen tepkime" denir.

     $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

  2. Tepkimedeki türler farklı fiziksel hâlde bulunuyorlarsa "heterojen tepkime" denir.

     $CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(g)$

DİKKAT

- Aktifleşme enerjisi ne kadar büyükse tepkime o kadar yavaş gerçekleşir.

$$RH\alpha \frac{1}{E_a}$$

- Yüksek enerjili kararsız ara durumda bulunan aktifleşmiş kompleks, ürünlere veya girenlere dönüşür.

HIZ DENKLEMİ

- Bir tepkimenin hızını tepkimeye giren maddelerin derişimlerine bağlayan ifadeye "hız denklemi" veya "hız bağıntısı" denir.

Tek basamakta gerçekleşen tepkimeler

$RH = k \cdot [Girenler]^a$

Mekanizmalı tepimeler

En yavaş basamak için,

$RH = k \cdot [Girenler]^a$ şeklinde yazılır.

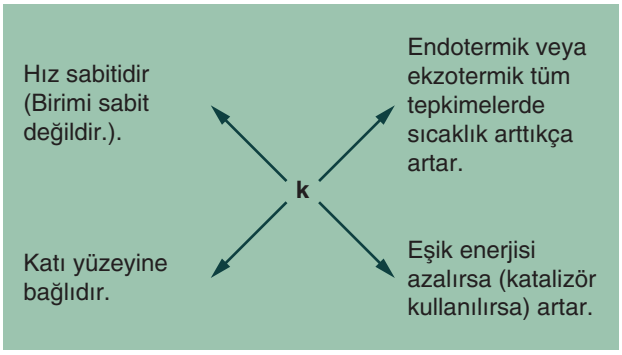
Hız denklemine katı ve sıvılar ile ürünler alınmaz.

Mol sayısı (a), üs olarak yazılır.

- Hız denkleminde yer alan tepken derişimlerinin üsleri toplamına "tepkime derecesi" denir.

  $v = k[A]^a \cdot [B]^b$ ise tepkime derecesi "a+b"dir.

-



DİKKAT

Mekanizmalı tepkimelerde hız bağıntısı yavaş adıma göre yazılır.

Tepkime dereceleri

I. 0. derece

Nadiren rastlanır.

$v = k[A]^0 \Rightarrow v = k$

Hız sabit olup reaktiflerin derişimlerinden bağımsızdır.

$2NaHCO_3(k) \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

II. 1. derece

$Cl_2(g) \rightarrow 2Cl(g)$

$v = k[Cl_2]$

Hız birimi $\frac{mol}{L \cdot s}$ ise k'nin birimi $\frac{1}{s}$'dir.

III. 2. derece

$2A(g) \rightarrow$ veya

$A(g) + B(g) \rightarrow$

$v = k[A]^2$ veya $v = k[A][B]$

Hız birimi $\frac{mol}{L \cdot s}$ ise k birimi $\frac{L}{mol \cdot s}$'dir.

- Mekanizmalı tepkimeler, çok sayıda taneciğin aynı anda çarpışıp reaksiyon vermesi kolay olmadığından basamaklar üzerinden gerçekleşir.
  - Hızı belirleyen basamak, en yavaş basamaktır.
  - Bir tür, bir basamakta oluşup diğerinde harcanmışsa ara üründür.
  - Ara ürün ve katalizörler toplam denklemde yer almaz.
  - Bir tür, yavaş basamağa girip bir başka basamakta çıkmışsa katalizördür.
  - Toplam tepkimede tepkimeye giren moleküllerin sayısına "molekülerite" denir.

- Deneysel yöntemle hız belirlenirken iki reaktiften önce biri daha sonra diğeri sabit tutularak hızdaki değişime bakılır.

Yöntem	Hız Bağıntısı
Tek basamaklı tepkimede hız bağıntısı	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ $RH = k[N_2][H_2]^3$
Mekanizmalı tepkimede hız bağıntısı	$2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + N_2(g)$ (Yavaş) $H_2O_2(g) + H_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ (Hızlı) $RH = k[NO]^2[H_2]^2$
Deneysel hız bağıntısı	

REAKSİYON HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

1. Madde cinsi

Zıt yüklü iyonların reaksiyonları en hızlı, çok sayıda bağın oluşup koptuğu reaksiyonlar en yavaştır.

a. $K^+ + Cl^- \rightarrow KCl$ (hızlı)

$Mg^{2+} + 2Cl^- \rightarrow MgCl_2$ (yavaş)

b. $Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$ (yavaş)

$Mg^{2+} + S^{2-} \rightarrow MgS$ (hızlı)

c. $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ (hızlı)

$CH_4 + 4Cl_2 \rightarrow CCl_4 + 4HCl$ (yavaş)

DİKKAT

İyonik tepkimelerin hızı > Nötr tepkimelerin hızı

Zıt yüklü iyonlar arası gerçekleşen tepkimelerin hızı > Aynı yüklü iyonlar arası gerçekleşen tepkimelerin hızı > Molekül sayısı, kopan - oluşan bağ sayısı az olan tepkimelerin hızı > Molekül sayısı, kopan - oluşan bağ sayısı çok olan tepkimelerin hızı

2. Madde derişimi (Gazlarda Basınç)

Örnek:

$C(k) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

$RH = k[O_2]$

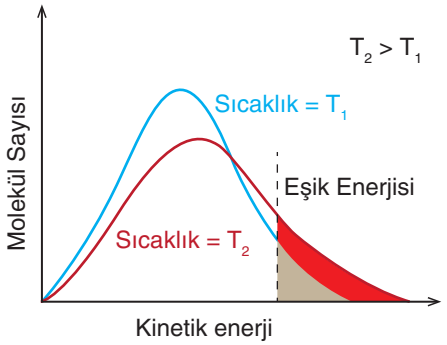
$RH = k \cdot P_{O_2}$

- O_2'nin derişimi 2 katına çıkarsa hız 2 katına çıkar.
- C(k) miktarının değişmesi hızı etkilemez. Çünkü hız bağıntısında yoktur.
- Mekanizmalı tepkimelerde hızlı basamakta bulunan reaktiflerin miktarının değişmesi hızı etkilemez.

DİKKAT

Derişim değişimi tepkime hızını değiştirir ancak tepkimenin aktifleşme enerjisini ve hız sabitini değiştirmez.

3. Sıcaklık



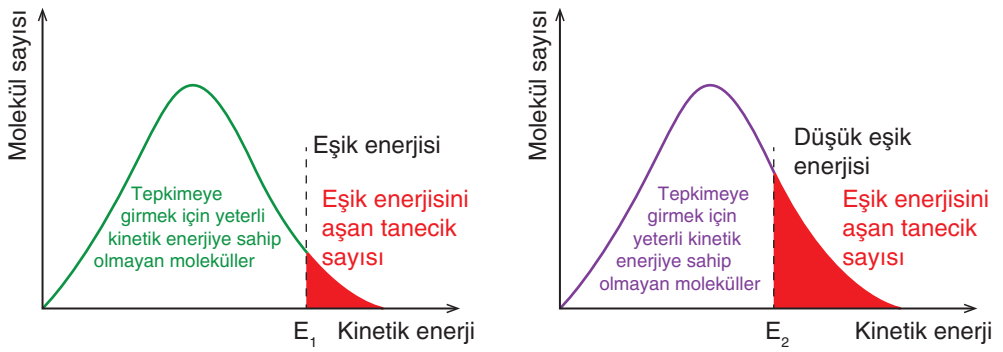
- Sıcaklık arttıkça,
  - Taneciklerin kinetik enerjisi ve ortalama kinetik enerjisi artar.
  - Aktifleşmiş kompleks oluşturabilecek taneciklerin sayısı artar.
- Sıcaklık değişimi,
  - Eşik enerjisinin değerini ve tepkimenin izlediği yolu, tepkime mekanizmasını değiştirmez.
  - Hız sabitinin (k) değerini değiştirir.

DİKKAT

Sıcaklık artışı, endotermik veya ekzotermik olan tüm tepkimelerin hızını arttırır.

4. Katalizör

Katalizörsüz (a) ve katalizörlü (b) tepkimenin karşılaştırılması



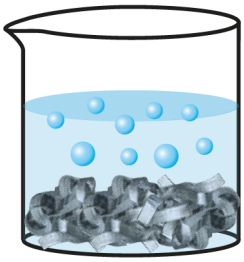
- Tepkimeye dışarıdan eklenen ve hiçbir değişime uğramadan tepkimeden çıkan aktifleşme enerjisini düşürerek tepkimeyi hızlandıran maddelere "katalizör" denir.
- Katalizörler,
  - Tepkimeyi başlatmaz ya da durdurmaz.
  - Tepkimenin mekanizmasını değiştirebilir.
  - Hız sabitinin (k) değerini değiştirir.
  - Tepkimenin yönünü değiştirmez.
  - Net tepkimede yer almaz.
  - Tepkime verimini etkilemez.
  - Etkin çarpışma sayısını ve aktifleşme enerjisini aşan tanecik sayısını artırır.
  - Tepkime ısısını etkilemez.
  - İleri ve geri aktifleşme enerjisini aynı oranda değiştirir.

DİKKAT

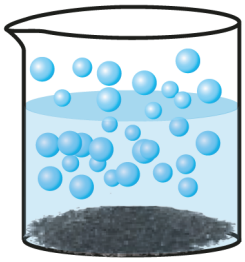
- Aktifleşme enerjisi sadece katalizörle değişir.
- Mekanizmalı tepkimelerde katalizör yavaş adıma etki eder.
- Katalizör (pozitif katalizör), hızı arttırır.
  İnhibitör (negatif katalizör), hızı azaltır.

5. Temas yüzeyi

T= sabit



1 M HCl
2,00 g Mg şerit



1 M HCl
2,00 g Mg toz

- Tepkimeye giren taneciklerin temas yüzeyi arttıkça tanecikler arasındaki çarpışma sayısı artacağı için tepkime hızı da artar.

  I. kap (şerit) $Mg(k) + 2HCl(aq)\ (1\ M) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

  II. kap (toz) $Mg(k) + 2HCl(aq)\ (1\ M) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

  II. kaptaki tepkime I. kaptaki tepkimeye göre daha hızlı gerçekleşir.

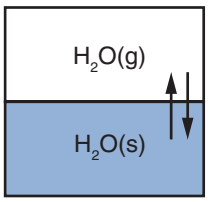
DİKKAT

Temas yüzeyinin değişimi, heterojen tepkimelerde hız sabitinin (k) değerini değiştirir.

FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİMLERDE DENGE

- Kapalı kapta sabit sıcaklıkta gözlenebilir (makroskopik) boyuttaki değişikliklerin durup gözlenemeyen (mikroskobik) boyuttaki değişikliklerin sürdüğü durum "denge" olarak tanımlanır.

- Denge anında, ileri reaksiyon hızı geri reaksiyon hızına eşittir.



Buharlaşma hızı = Yoğuşma hızı

Bu sebeple sistemde gözlenebilir değişiklik yoktur.

- Denge maksimum düzensizlik faktörü ile minimum enerji faktörünün uzlaştığı andır.
  - Reaksiyonda ısının olduğu taraf minimum enerjinin olduğu taraftır. Tanecik sayısı arttıkça düzensizlik artar.

    $2X(g) \rightleftarrows Y(g) + ısı$ (ekzotermik reaksiyon)

    maksimum düzensizlik $\rightleftarrows$ minimum enerji
  - Maksimum düzensizlik ile minimum enerji aynı yöne doğru ise dengeden söz edilemez.

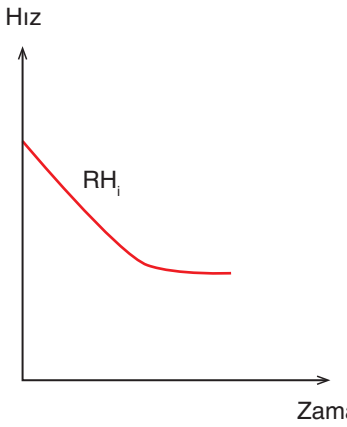
    $X(g) \rightarrow 2Y(g) + ısı$

    $\rightarrow$ maksimum düzensizlik

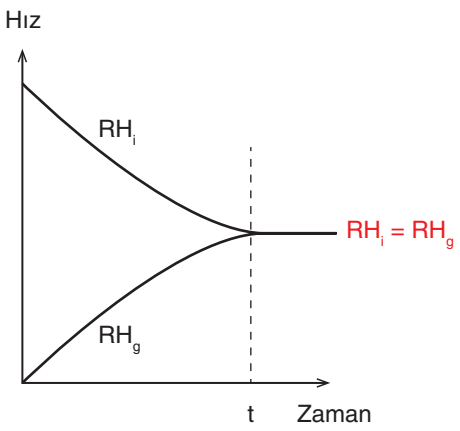
    $\rightarrow$ minimum enerji

    Tepkime tersinmezdir.
- Denge çift yönlü ok ile ($\rightleftarrows$) gösterilir. Tersinir tepkimelerdir.
- Denge dinamik bir olaydır.
- Dengede tüm türler ortamda bulunur. Hiçbiri tükenmez.

- Dengede derişimler sabittir, değişmez.

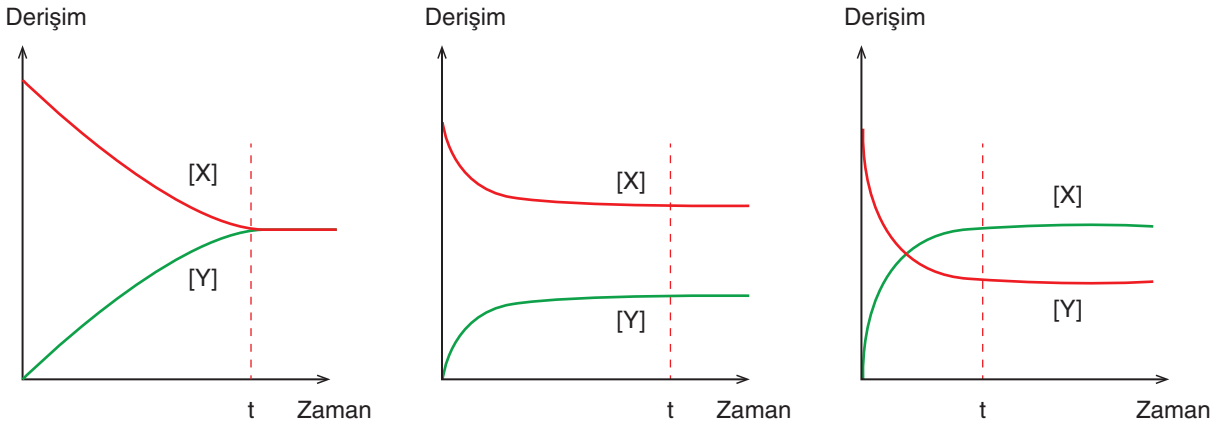


Çarpışma teorisine göre bir tepkimenin başlangıç hızı en büyüktür.

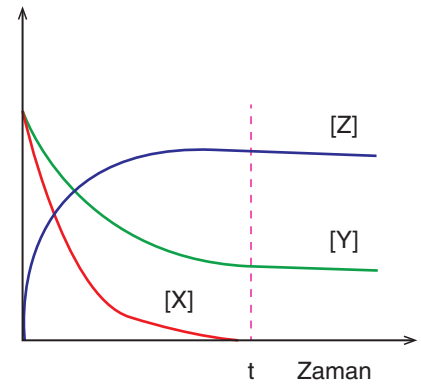


Tersinir tepkimelerde ileri tepkime yavaşlayıp geri tepkime hızlanır ve "t" anında denge kurulur.

- $X(g) \rightleftarrows Y(g)$ tepkimesi dengede iken derişimler sabittir (Eşit olmayabilir.).



- Türlerden biri tükeniyorsa dengeden bahsedilemez.



Denge tepkimeleri ikiye ayrılır.

Fiziksel Denge

$H_2O(k) \rightleftarrows H_2O(s)$

(Hâl değişim dengeleri)

Kimyasal Denge

Homojen Denge

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$

Heterojen Denge

$H_2(g) + S(k) \rightleftarrows H_2S(g)$

Denge Sabiti

- Denge, ileri reaksiyon hızının geri reaksiyon hızına eşit olmasıdır. Tersinir tepkimede bu hızlar eşitlenir ve hız sabitleri eşitliğin aynı tarafında oranlanırsa "denge sabiti" bulunur.

$$K = \frac{k_i}{k_g}$$

(K = Denge sabiti, k = hız sabiti)

- Ürünlerin derişimleri (kısmi basınçları) girenlerin derişimine (kısmi basıncına) oranlanır.
- Denkleşmiş denklemdeki katsayılar üst olarak yazılır.
- Saf katı ve sıvıların derişimi değişmeyeceğinden denge bağıntısında yer almaz.

Denge Sabiti

K_C

- Derişimler cinsinden denge sabiti
- (g), (aq) veya (suda) türler alınır.
- Mekanizmalı tepkimelerde net denkleme göre yazılır.
- Türler [ ] ile gösterilir.

K_P

- Kısmi basınçlar cinsinden denge sabiti
- (g) türler alınır.
- Yavaş veya hızlı adıma göre değil toplam denkleme göre yazılır.
- Türler "P" ile gösterilir.

- K_C ile K_P arasındaki ilişki

  $K_P = K_C(RT)^{\Delta n}$

  Δn = Ürünlerin mol sayısı (gaz) - Girenlerin mol sayısı (gaz)

  $R = 0{,}082\ L{\cdot}atm\ mol^{-1}K^{-1}(22{,}4 / 273)$

  T = Mutlak sıcaklık (K)

  Girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşitse ($n_g = n_ü$),

  $\Delta n = 0$

  $K_P = K_C$ olur.

DENGE SABİTİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

1. Sıcaklık

- Sıcaklık arttığında denge sabiti artıyorsa tepkime endotermiktir.
- Sıcaklık arttığında denge sabiti azalıyorsa tepkime ekzotermiktir.

2. Denklemlerin değiştirilmesi

- Tepkime denklemi ters çevrildiğinde denge sabitinin çarpmaya göre tersi alınır.
- Tepkime herhangi bir sayı ile çarpıldığında o sayı denge sabitine üs olarak yazılır.
- İki denklemin toplanarak yeni bir denklem elde edilirse denge sabitleri çarpılarak yeni tepkimenin denge sabiti bulunur.
- Denge sabiti bir tepkimenin hangi yönde ilerleyeceği hakkında bilgi verir.

  Herhangi bir andaki derişimler kullanılarak elde edilen oran "Q_c" ile gösterilir, "denge kesri" olarak tanımlanır.

$K_C = Q_C$ ise sistem dengededir.
$K_C > Q_C$ ise tepkime ürünler yönüne ilerler.
$K_C < Q_C$ ise tepkime girenler yönüne ilerler.

- $N_2(g) + 3H_2(g) \underset{k_g}{\overset{k_i}{\rightleftarrows}} 2NH_3(g)$

  $RH_i = RH_g$

  $k_i \cdot [N_2][H_2]^3 = k_g \cdot [NH_3]^2$

  $$\frac{k_i}{k_g} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = K_C$$

  $$\frac{P_{NH_3}{}^2}{P_{N_2} \cdot P_{H_3}{}^3} = K_P$$

  $K_p = K_c\,(RT)^{-2}$

Mekanizmalı tepkimelerde denge bağıntısı net tepkimeye göre yazılır.

- $NO(g) + Cl_2(g) \rightarrow NOCl_2(g)$ (Yavaş adım)
- $NOCl_2(g) + NO(g) \rightarrow 2NOCl(g)$ (Hızlı adım)
- $2NO(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2NOCl(g)$ (Net tepkime)

$$K = \frac{[NOCl]^2}{[NO]^2[Cl_2]}$$

- Endotermik Tepkime

$T_1 = 50\ K$ $K_1 = 2$

$T_2 = 100\ K$ $K_2 = 5$

- $A(g) \rightleftarrows B(g)$ $K_1 = 2$

  $B(g) \rightleftarrows A(g)$ $K_2 = \frac{1}{2}$

  $2A(g) \rightleftarrows 2B(g)$ $K_3 = 2^2$

  $B(g) \rightleftarrows C(g)$ $K_4 = 4$

  $A(g) \rightleftarrows C(g)$ $K_5 = 2 \cdot 4 = 8$

- Ekzotermik Tepkime

$T_1 = 50\ K$ $K_1 = 5$

$T_2 = 100\ K$ $K_2 = 2$

- $N_2(g) + 3H_2(g) \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} 2NH_3(g)$

$$Q_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = 3$$

$K_c = 5$ ise $Q_c < K_c$ olur ve sistem dengede değildir. Tepkime 1 numaralı ok yönünde (ürünler lehine) ilerler.

DENGEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Le Chatelier İlkesi: Dengedeki bir sisteme derişim, basınç ve sıcaklık yoluyla bir etki yapıldığında sistem bu etkiyi azaltacak yönde davranır.

I. DERİŞİM

(Artan tarafın aksine, azalan tarafın kendisine kayar.)

$X(g) + Y(s) \rightleftarrows Z(g)$

(Sabit T, V)

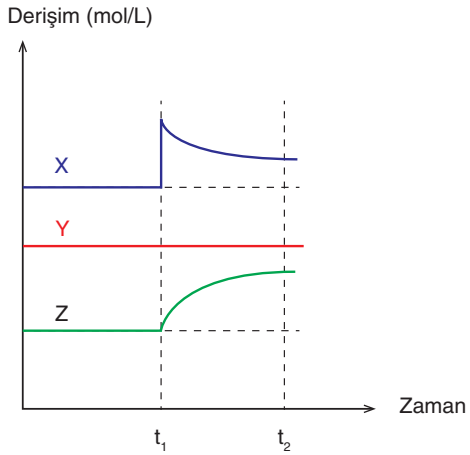
X eklenirse

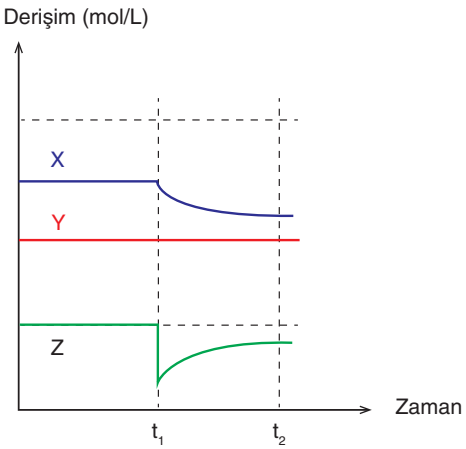
- Denge ürünlere kayar.
- Y'nin derişimi değişmez.
- X'in derişimi artar.
- Z'nin derişimi artar.
- K_c değişmez

(Sabit T, V)

Z çekilirse

- Denge ürünlere kayar.
- Y'nin derişimi değişmez.
- Y'nin mol sayısı azalır.
- X'in derişimi azalır.
- Z'nin derişimi azalır.

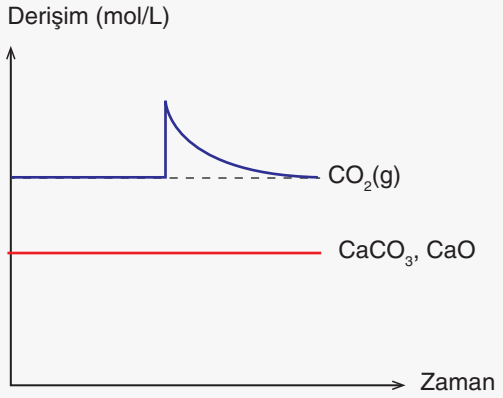




DİKKAT

$CaCO_3(k) \rightleftarrows CaO(k) + CO_2(g)$

dengesinde olduğu gibi denge bağlantısında yalnız ürünler (veya yalnız girenler) varsa sisteme yapılacak derişim değişimi herhangi bir değişikliğe sebep olmayabilir.



II. SICAKLIK

(Artan tarafın aksine, azalan tarafın kendisine kayar.)

Sıcaklık

Endotermik denge

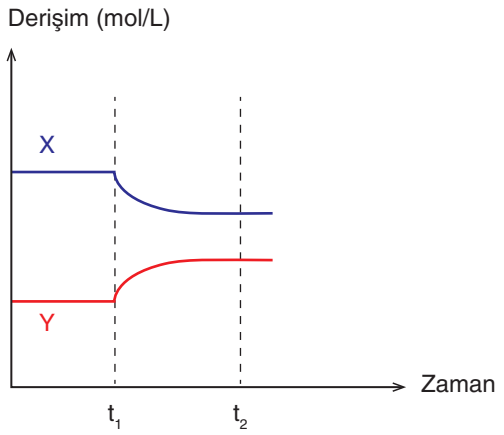
$X(g) + ısı \rightleftarrows Y(g)$

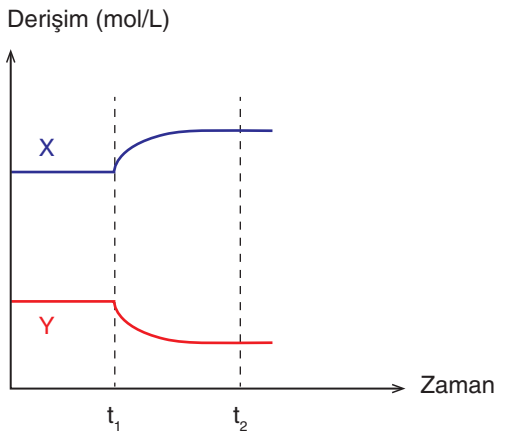
Sıcaklık artarsa denge ürünler yönüne ilerler.

Ekzotermik denge

$X(g) \rightleftarrows Y(g) + ısı$

Sıcaklık artarsa denge girenler yönüne ilerler.





III. BASINÇ

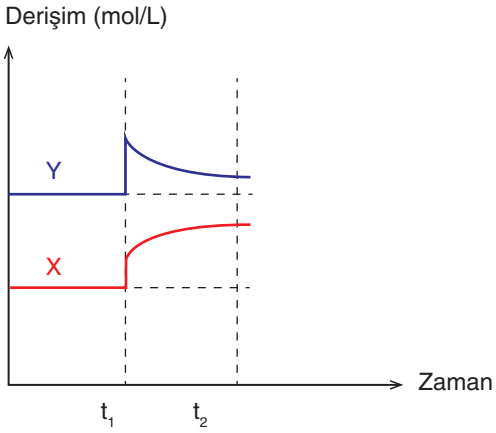
- Basınç artarsa (gazlarda) denge mol sayısı az olan tarafa kayar.
- Basınç artarsa (gazlarda) (hacim azalırsa) tüm maddelerin derişimi artar. $M = \frac{n}{V}$
- Ürünler ve girenler tarafındaki gaz türlerin mol sayıları eşitse basınç (hacim) değişimi dengeyi etkilemez.

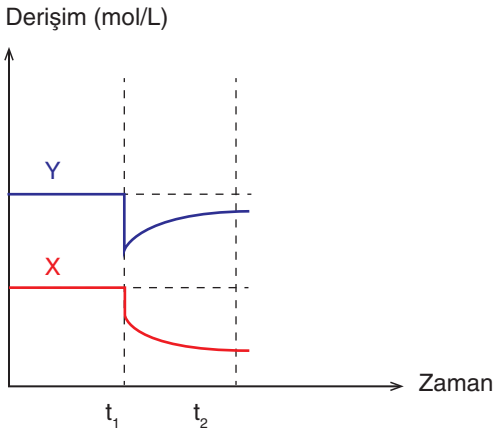
  ($H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2HCl(g)$)

$X(g) \rightleftarrows 2Y(g)$

Basınç artarsa denge girenlere (X'e) kayar.

Basınç azalırsa denge ürünlere (Y'ye) kayar.





Basınç değişimi iki şekilde yapılır.

Kısmi basınçları değiştirmek (gazların derişimini değiştirmek)

Toplam basıncı değiştirmek

Hacim değişimi ile

İnert madde (soy gaz gibi) eklemek

t, V = sbt

Kısmi basınçlar değişmez.

Denge değişmez.

t, P = sbt (pistonlu kap)

V artar, kısmi basınçlar azalır.

Denge mol sayısı çok olan tarafa kayar.

- Tepkimenin hacim değişiminden etkilenmesi için homojen olmasına gerek yoktur. Girenler veya ürünler tarafında gaz fazında madde olması yeterlidir.
- Katalizör kullanmak dengeyi etkilemez. Dengeye daha kolay ulaşılmasını sağlar.

KRİTİK BİLGİ

- Bir tepkimede minumum enerji eğilimi ısının olduğu tarafa doğrudur.
- Dengenin kurulabilmesi için sistemin kapalı ve sıcaklığın sabit olması gerekir.
- Denge tepkimeleri tam verimli tepkimeler değildir. Denge anında kapta tüm maddelerden bulunur (madde bitmez.).
- Denge anında madde derişimleri sabittir ancak eşit olmayabilir.
- Mekanizmalı tepkimelerde denge bağıntısı net tepkimeye göre yazılır.
- Tepkime ortamındaki maddeler ile tepkime vermeyen, kimyasal olarak aktif olmayan maddelere "inert madde" denir.

SUYUN OTOİYONİZASYONU

- Saf su moleküler bir bileşik olduğu hâlde az da olsa elektriği iletir.
- Suyun kendi kendine iyonlaşmasına "suyun otoiyonizasyonu (otoprotolizi)" denir. Tersinir bir tepkimedir.

$H_2O(s) + H^+(suda) \rightleftarrows H_3O^+(suda)$

Hidronyum

$H_2O(s) + H_2O(s) \rightleftarrows H_3O^+(suda) + OH^-(suda)$

1 atm ve 25 °C (standart şartlarda)

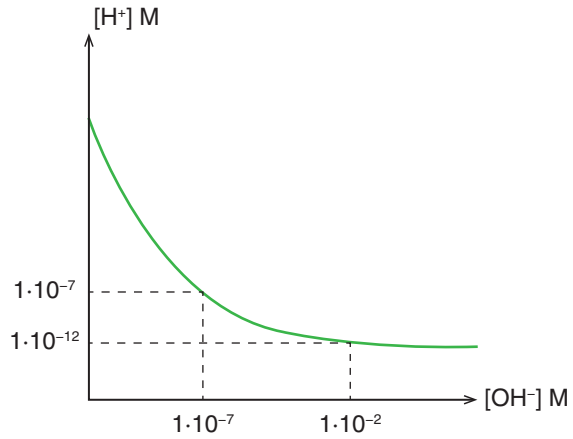
$$K_{su} = [H_3O^+][OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$
$$K_{su} = [H^+][OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$$
$$[H^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7}\ M$$

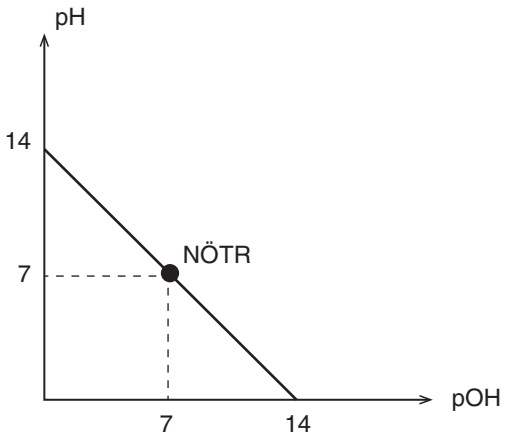
- Suyun iyonlaşması endotermik olduğu için sıcaklık artarsa K_{su} değeri de artar.
- H^+ derişimi ile OH^- iyonu derişimi birbiriyle ters orantılı değişir. H^+ derişiminin arttığı çözeltide OH^- derişimi azalır.
- Sulu çözeltide bulunan H^+ ve OH^- derişimleri çok küçük olduğundan bunlarla işlem yapma zorluğundan kurtulmak için pH ve pOH değerleri kullanılır (p = negatif logaritma).

$$pH = -\log[H^+]$$
$$pOH = -\log[OH^-]$$
$$pK_{su} = -\log K_{su}$$
$$pK_{su} = pH + pOH = 14\ (25\ °C\ sıcaklıkta)$$

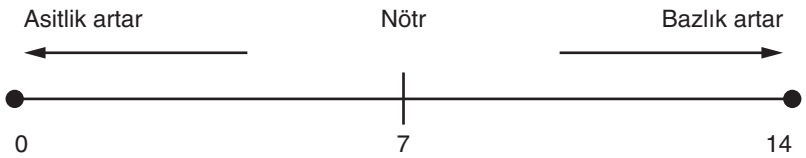
25 °C sıcaklıkta,

Asit Çözeltileri	Baz Çözeltileri	Nötr Çözeltiler
$[H^+] > [OH^-]$	$[OH^-] > [H^+]$	$[H^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7}$ M
$[H^+] > 1 \cdot 10^{-7}$ M	$[OH^-] > 1 \cdot 10^{-7}$ M	pH = 7
pH < 7	pH > 7	pOH = 7





pH skalası



$[H^+] = 1$ M ise $(1 \cdot 10^0$ M) → pH = 0

$[H^+] = 3 \cdot 10^{-6}$ M ise → pH = 6 – log3

$\log 10^1 = 1$

$\log 10^a = a$

DİKKAT

$[H^+]$ ↑ $[OH^-]$ ↓ ! pH ↓ pOH ↑

NH_3 zayıf baz olup eşleniği olan NH_4^+ kuvvetli asittir.

BRÖNSTED – LOWRY ASİT – BAZLARI

- Arrhenius asit - baz tanımı yetersiz kaldığından 1923 yılında daha kapsamlı bir tanıma geçilmiştir.
- Tanıma göre H^+ veren maddeler asit, H^+ alan maddeler bazdır.
- Aralarında yalnız bir hidrojen farkı olan asit ve bazlara "konjuge (eşlenik) asit - baz çifti" denir.
- Konjuge asit – baz çiftinde hidrojen sayısı fazla olan tür asittir.
- Bu tanım ile bileşikler yanında yüklü gruplar da (iyonlar) asit ve baz olarak tanımlanabilmektedir.

Baz Gibi Davranan Anyonlar	(zayıf asitlerin eşlenik bazları) CN^-, F^-, NO_2^-, CH_3COO^-, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}
Asit Gibi Davranan Katyonlar	(zayıf bazların eşlenik asitleri ile çapı küçük, yükü büyük katyonlar) Fe^{3+}, Cr^{3+}, Cu^{2+}, Al^{3+}, NH_4^+

- Konjuge çiftlerde asit kuvvetli ise bazı zayıftır.
- Tepkimede konjuge çiftler numara verilerek gösterilir.

$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

baz 1 asit 1 asit 2 baz 2

$(NH_3 – NH_4^+)$

$(H_2O – OH^-)$

} Konjuge asit - baz çiftleri

NH_3 zayıf baz olup eşleniği olan NH_4^+ kuvvetli asittir.

ASİT BAZ TANIMLARI

Arrhenius Tanımı	Brönsted – Lowry Tanımı	Lewis Tanımı
H^+ veren asit: (HCl)	H^+ veren asit: NH_4^+	e^- çifti veren baz: NH_3
OH^- veren baz: (NaOH)	H^+ alan baz: NH_3	e^- çifti alan asit: BH_3

ASİT ve BAZLARIN KUVVETİ

Zayıf Asitler

- $HCN + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + CN^-$ (Denge tepkimesi)

$$\begin{bmatrix} HF \\ CH_3COOH \\ HCOOH \\ H_2CO_3 \end{bmatrix}$$

- Kısmen iyonlaşır.
- Zayıf asitlerin eşlenik bazları olan anyonlar ölçülebilir bazlık kuvvetine sahiptir.
- Asit ne kadar zayıfsa anyonu o kadar kuvvetli bazdır.
- HCl gibi kuvvetli asitlerin eşlenik bazları (Cl^-) ise ölçülebilir bir kuvvete sahip değildir.

  $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ (tersinmez tepkime)

Zayıf Bazlar

- $NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$
- Kısmen iyonlaşır.
- Zayıf bazların eşlenik asitleri olan katyonların ölçülebilir asitlik kuvvetleri vardır.
- Baz ne kadar zayıfsa eşlenik asidi olan katyonu o kadar kuvvetlidir.
- Alkali metal hidroksitleri (KOH, NaOH) ile toprak alkali hidroksitlerinden $Ba(OH)_2$ suda tamamen iyonlaştığından kuvvetli bazdır.

  Ancak H^+ almadıklarından Brönsted - Lowry bazı değildir.

  $NaOH \rightarrow \underbrace{Na^+ + OH^-}$

  Proton alıcı

ZAYIF ASİT VE BAZLARDA AYRIŞMA DENGESİ VE pH

- Zayıf monoprotik HA asidi tersinir iyonlaşır.

$$HA(aq) + H_2O(s) \rightleftarrows \underbrace{H_3O^+(aq)}_{X} + \underbrace{A^-(aq)}_{X}$$

$$\underbrace{K_a}_{\text{(Asitlik sabiti)}} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{X^2}{[Asit]}$$

$$X^2 = K_a \cdot [Asit]$$

$$X = \sqrt{K_a \cdot [Asit]} = [H^+]$$

$$pH = -\log X$$

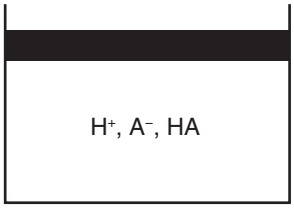
- K_a ve K_b değeri verilen asit ve bazın zayıf asit ve baz olduğu anlaşılır.
- 25 °C sıcaklıkta $K_a \cdot K_b = 1 \cdot 10^{-14} = K_{su}$
- K_a ve K_b denge sabitidir. Yalnız sıcaklıkla değişir.
- Derişimi bilinmeyen asit ve bazlaın yalnız pH değerlerine bakılarak kuvvetlilik karşılaştırması yapılmaz.

DİKKAT

Zayıf Asitler	Zayıf Bazlar
HCN	NH_3
HF	CH_3NH_2
HCOOH	
CH_3COOH	
H_2CO_3	

$HA \rightleftarrows H^+ + A^-$

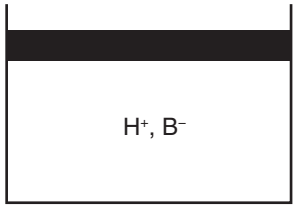
Zayıf asit



Ortamda HA var.
Kısmen iyonlaşma
$[H^+] < [HA]$

$HB \rightarrow H^+ + B^-$

Kuvvetli asit



Ortamda HB yok.
%100 iyonlaşma
$[H^+] = [HB]$

ASİT VE BAZLARIN KUVVETİ

- Periyodik cetvelde soldan sağa ve yukarıdan aşağıya doğru hidrojenli bileşiklerin asitlikleri artar.

$NH_3 \longrightarrow HF$
$\downarrow$
HI

- Aynı elementin oksiasitlerinde oksijen sayısı arttıkça asitlik kuvveti artar.

  $H_2SO_4 > H_2SO_3$
- Karboksilli asitlerde karbon sayısı arttıkça asitlik azalır.

  $CH_3COOH > C_3H_7COOH$
- Kuvvetli asidin (HCl) eşlenik bazı (Cl^-) zayıftır.
- 2A (Be ve Mg hariç) hidroksitleri ile alkali metal hidroksitler kuvvetli bazdır.
- Hidroksitli bileşiklerin bazlık kuvvetleri grupta yukarıdan aşağıya artar.

$\downarrow$ NaOH
KOH

KRİTİK BİLGİ

- Bir su (H_2O) molekülü ile bir proton (H^+) birleşirse hidronyum (H_3O^+) iyonu oluşur.
- Hem asit hem de baz gibi davranan maddelere “amfoter madde” denir.
- Bir asit ne kadar zayıf ise eşlenik bazı o kadar kuvvetlidir. Aynı şekilde bir baz ne kadar zayıf ise eşlenik asidi o kadar kuvvetlidir.
- Bir asit veya bazın K_a veya K_b değeri verilmiş ise zayıf asit ya da zayıf bazdır.
- Eşit molar derişimli asit veya bazların aynı sıcaklıktaki K_a ve K_b değerleri ne kadar büyükse asit veya baz o kadar kuvvetlidir. K_a ve K_b değerleri sadece sıcaklıkla değişir.

KRİTİK BİLGİ

- Yapısında –COOH grubu içeren bileşikler organik asitlerdir.
  Yapısında $–NH_2$ grubu içeren bileşikler organik bazlardır.
  Organik asitler ve organik bazlar zayıftır.
- Asit ve bazların değerliğinin kuvveti ile bir ilgisi yoktur.
- Herhangi bir asit veya baz çözeltisine sabit sıcaklıkta saf su eklendiğinde pH 7 değerine yaklaşır.

TAMPON ÇÖZELTİLER

- Az miktarda asit veya baz eklendiğinde ortamın pH değerinin değişimine direnç gösteren çözeltilerdir.
- Tampon çözeltiler tuz/asit veya eşlenik baz/asit şeklinde ifade edilir.

  CH_3COONa/CH_3COOH: Asidik tampon

  NH_4Cl/NH_3: Bazik tampon
- Tampon çözeltiler zayıf asit ile tuzu (konjuge bazı) veya zayıf baz ile tuzundan (konjuge asidinden) oluşan çözeltilerdir.
- Asetat/asetik asit tamponu asitlik düzenleyici olarak konservelerde kullanılır.

  $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$

  Asit ilavesi: $CH_3COO^- + H^+ \rightleftarrows CH_3COOH$

  Baz ilavesi: $CH_3COOH + OH^- \rightleftarrows CH_3COO^- + H_2O$

  Görüldüğü gibi asit ve baz tüketileceğinden pH değişmez.
- Organizmada en önemlisi HCO_3^-/H_2CO_3 olan çeşitli tampon sistemlerle,
  - kanın pH değeri 7,4
  - mide özsuyunun pH değeri yaklaşık 1,5 civarında sabit tutulur.

KRİTİK BİLGİ

- Kuvvetli asit ve kuvvetli baz karışımından tampon çözelti elde edilemez.
- Tampon çözeltiye aynı sıcaklıkta az miktarda su eklemek ya da buharlaştırmak çözeltinin pH değerini değiştirmez.

TUZLARIN ASİT VE BAZLIĞI

- Asitlerle bazların tuz ve su oluşturmak üzere tepkimesine "nötralleşme" denir. Bir tuzun su ile etkileşerek kendisini oluşturan asit ve bazı oluşturmasına "hidroliz" denir.
- Her tuz hidroliz olmaz.
- Tuzlar; asidik, bazik veya nötr olabilir.
- Tuzlar kendilerini oluşturan asit ve bazdan kuvvetli olan bileşenin özelliğini gösterir ve zayıf bileşenden gelen iyon hidroliz olur.

KRİTİK BİLGİ

- Kuvvetli bazların katyonları, kuvvetli asitlerin anyonları hidroliz olmaz.
- Zayıf asitlerin anyonları (eşlenik bazları) kuvvetli olacağından hidroliz olur ve suyun protonunu bağlayarak çözeltinin bazik olmasını sağlar.
- Zayıf bazların katyonları (eşlenik asitleri) kuvvetli olacağından hidroliz olur ve suya proton aktararak çözeltinin asidik olmasını sağlar.

- Zayıf asitler: HF, HCN, H_2CO_3, HCOOH, CH_3COOH...

  Zayıf bazlar: NH_3, CH_3NH_2...
- Kuvvetli asit + kuvvetli baz → NÖTR TUZ

  $NaCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

  Hidroliz olmaz.

- Kuvvetli asit + zayıf baz → ASİDİK TUZ

  $NCl + NH_3 \rightarrow NH_4Cl$

  NH_4Cl tuzunda zayıf bileşenden gelen NH_4^+ hidroliz olur. Oluşan H_3O^+ iyonu asitliğe sebep olur.

  $NH_4^+ + H_2O \rightarrow NH_3 + H_3O^+$

  ↓

  Ortam asidik

- Yapısında bir veya daha fazla proton içeren HSO_4^- gibi anyonlar bulunduran $NaHSO_4$ gibi tuzlar asidiktir.
- Kuvvetli baz + zayıf asit → BAZİK TUZ

  $NaOH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

  Sodyum asetat tuzunda CH_3COO^- anyonu hidroliz olarak kendisini oluşturan aside dönüşür. Açığa çıkan OH^- iyonu ortamı bazik yapar.

  $CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$

  ↓

  Ortam bazik

DİKKAT

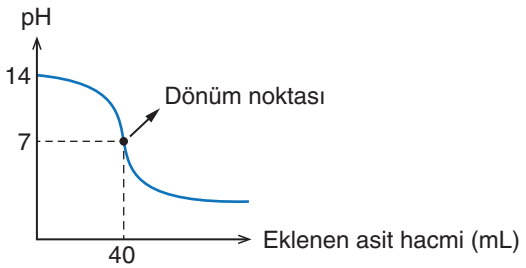
Zayıf bir asit ile zayıf bir baz arasında oluşan tuzun nötr, asidik veya bazik olduğunu bulmak için tuzu oluşturan asit ve bazın katyon (K_a) ve anyon (K_b) değerlerine bakılır.

$K_a > K_b$ ise tuz çözeltisi asidik,

$K_a = K_b$ ise tuz çözeltisi nötr,

$K_a < K_b$ ise tuz çözeltisi baziktir.

KUVVETLİ ASİT - BAZ TİTRASYONU



Kuvvetli asit – baz titrasyonu

- Kontrollü nötralleşme olayıdır.
- Hacmi bilinen ancak derişimi bilinmeyen bir asidin (veya bazın), hacmi ve derişimi bilinen bir asitle (veya bazla) nötralleştirilmesi yöntemine "titrasyon" denir.
- Yöntemde hacim ve derişimi belli olan çözeltiye "standart çözelti" denir.
- Yöntemde büret ve erlenmayer kullanılır. Standart çözelti bürete, derişimi belli olmayan çözelti erlenmayere konulur.
- Erlenmayerdeki çözeltiye "indikatör" eklenir. İndikatörler, ortamın pH değerine göre renk değiştiren organik veya inorganik maddelerdir. Alizarin sarısı, fenolftalein, bromtimol mavisi örnektir. Metil oranj genellikle asit aralığında renk değiştirir.
- Eşdeğerlik noktası (dönüm noktası), renk değişiminin olduğu nötralleşme anıdır. Bu noktada,

  $n_{H^+} = n_{OH^-}$

  $M_A V_A D_A = M_B V_B D_B$ bağıntısı kullanılır.

  (M = Molarite, V = Hacim, D = Değerlik, A = Asit, B = Baz)
- Asidin değerliği suda oluşturduğu H^+ iyonu sayısıdır. (HCl = 1 değerlikli asit, H_2SO_4 = 2 değerlikli asit)

  Bazın değerliği suda oluşturduğu OH^- iyonu sayısıdır. (NaOH = 1 değerlikli baz, $Ca(OH)_2$ = 2 değerlikli baz)

Çeşitli Değişkenlere Etki Eden Faktörler	
Değişken	**Faktörler**
Tepkime Entalpisi (ΔH)	Madde cinsi, sıcaklık, basınç, fiziksel hâl, madde miktarı
Hız (RH = v = r)	Derişim, madde cinsi, sıcaklık, temas yüzeyi, katalizör
Hız sabiti (k)	Sıcaklık, katalizör, yüzey
Denge	Derişim, sıcaklık, basınç, hacim
Denge sabiti (K)	Sıcaklık, denklem değiştirme
Çözünürlük (s)	Sıcaklık, basınç, madde cinsi, ortak iyon
Çözünürlük çarpım ($K_{çç}$)	Sıcaklık, denklem değiştirme

KRİTİK BİLGİ

- Büretten damlatılan çözeltiye “titrant”, titre edilen çözeltiye “analit” denir.
- Kuvvetli asit ve kuvvetli baz titrasyonunda eşdeğerlik noktasında pH = 7’dir.
- Kuvvetli asit ve zayıf baz titrasyonunda eşdeğerlik noktasında pH < 7’dir.
- Zayıf asit ve kuvvetli baz titrasyonunda eşdeğerlik noktasında pH > 7’dir.
- Titrasyon grafiği yardımıyla erlendeki çözeltinin başlangıç derişimi kullanılarak grafiğin başlangıç noktasındaki pH değeri belirlenir.
- Eşdeğerlik noktasındaki (pH=7) harcanan titrant hacmi yardımıyla standart çözeltinin eşdeğerlik noktasındaki mol sayısı bulunabilir.

ÇÖZÜNME – ÇÖKELME TEPKİMELERİ

- İki elektrolit çözelti karıştırıldığında suda az çözünen bir katının oluştuğu tepkimelerdir.
- Çözünürlüğü az olan iyonik katıların sudaki çözeltilerinde çözünme hızının çökme hızına eşit olması hâlidir.

  (Moleküler çözünen katılarda $K_{çç}$'den bahsedilemez.)
- Dengedeki çözelti doymuş çözeltidir.
- $NaCl(k) \rightarrow Na^+(suda) + Cl^-(suda)$ yemek tuzu suda çok çözünür.

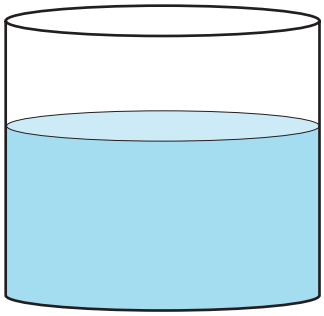
  AgCl katısı ise suda az çözünür. Denge hâlinde bulunur.

  $AgCl(k) \underset{\text{Çökme}}{\overset{\text{Çözünme}}{\rightleftharpoons}} Ag^+(suda) + Cl^-(suda)$

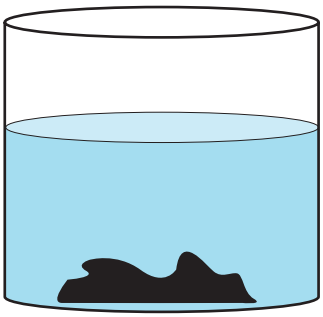
  Denge bağıntısında katı hâldeki AgCl bulunmaz.

  $K_{çç}$ = çözünürlük çarpımı = $[Ag^+][Cl^-]$
- $K_{çç}$, çözünürlüğe ait denge sabitidir. Yalnız deneysel olarak bulunur. Sıcaklığa bağlıdır.
- Maddenin molar çözünürlüğü 1 litre doymuş çözeltide çözünen mol sayısıdır (mol/L).
- XY bileşiğinin $K_{çç} = 1 \cdot 10^{-4}$

  ZK bileşiğinin $K_{çç} = 1 \cdot 10^{-3}$ ise $K_{çç}$'si büyük olan ZK'nın çözünürlüğüde büyüktür. Ancak sadece $K_{çç}$'ye bakmak yetmez. Bileşik formülü bilinmelidir.



Çözelti doymuş, doymamış veya aşırı doymuş olabilir.



Doymuş çözeltidir.

Çözünürlük: s

Birimi: (mol/L) = M

Doymuş çözeltinin molar derişimidir.

Çözünürlük çarpımı: $K_{çç}$

Çözünürlük denge sabitidir.

KRİTİK BİLGİ

- Maddelerin çözünme oranları çözünürlük veya molar çözünürlük olarak ifade edilir.
- Çözünürlük dengesinin kurulabilmesi için çözeltinin mutlaka doygun olması gerekir.
- Çözünürlük çarpımı sadece az çözünen iyonik katılar için kullanılır.
- Çözünürlük çarpımının sayısal değeri küçüldükçe iyonik bileşiğin sudaki çözünürlüğü azalır.

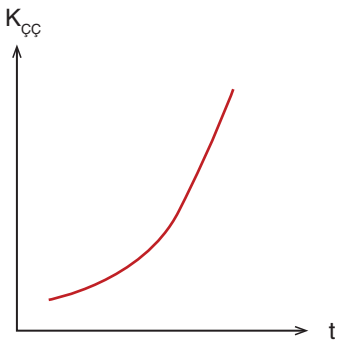
Tuzun Formülü	$K_{çç}$	Çözünürlük (s)
AB	s^2	$\sqrt{K_ç}$
AB_2 veya A_2B	$4\,s^3$	$\sqrt[3]{\frac{K_ç}{4}}$
AB_3 A_3B	$27\,s^4$	$\sqrt[4]{\frac{K_ç}{27}}$
A_2B_3	$108\,s^5$	$\sqrt[5]{\frac{K_ç}{108}}$

ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

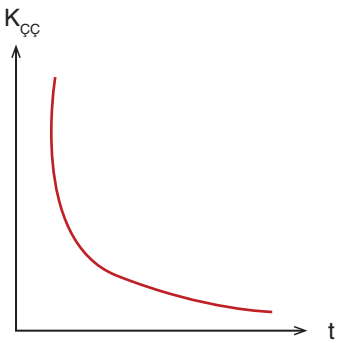
1. Madde cinsi: Benzer benzeri çözer. Polar maddeler, polar çözücülerde çözünür.

2. Basınç: Gazların çözünürlüğü basınç arttıkça artar.

3. Sıcaklık:



Endotermik çözünme



Ekzotermik çözünme

Sıcaklık hem çözünürlüğü hem çözünürlük çarpımını değiştirir. Gazlar daima ekzotermik çözünür.

4. Ortak İyon:

- Sabit sıcaklıkta bir katı ortak iyon içeren bir çözeltide çözündüğünde katının çözünürlük çarpımı değişmez ama çözünürlüğü azalır.
- Ortak iyon derişimi arttıkça çözünürlük azalır.
- Bir tuzun saf sudaki çözünürlüğü en fazladır.
- Çözünürlüğü az olan tuzdan gelen iyonun derişimi, ortak iyon derişimi yanında ihmal edilir.

KRİTİK BİLGİ

- Ortak iyon derişimi ne kadar artırılırsa az çözünen tuzun çözünürlüğü o kadar azalır.
- Bir çözünme olayında maksimum düzensizlik ve minimum enerji eğilimleri ürünler yönünde ise o maddenin çözünürlüğü yüksektir.
- Çözünürlük çarpımı az çözünen iyonik katılar için kullanılır.
- Moleküler çözünen katıların çözünürlük çarpımları yoktur.
- Suda çok çözünen tuzların $K_{ÇÇ}$ değerleri verilmez, az çözünen tuzların $K_{ÇÇ}$ değeri verilir ya da sorulur.

DİKKAT

- Titrasyon işleminde

  $n_{H^+} = n_{OH^-}$ ise ortam nötrdür.

  $n_{H^+} \neq n_{OH^-}$ ise kısmen nötralleşme olur.

  $n_{H^+} > n_{OH^-}$ ise ortam asidiktir.

  $n_{H^+} < n_{OH^-}$ ise ortam baziktir.

İNDİRGENME - YÜKSELTGENME TEPKİMELERİNDE ELEKTRİK AKIMI

- Elektron alışverişi ile gerçekleşen tepkimelere "indirgenme - yükseltgenme tepkimeleri" denir.
- **İndirgenme**: Bir atom ya da iyonun elektron alması ile gerçekleşen olaydır. Bu olayın gerçekleştiği tepkimeye "indirgenme yarı tepkimesi" denir.

$$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$$

Bu olayda taneciğin yükseltgenme basamağı küçülür.

- **Yükseltgenme**: Bir atom ya da iyonun elektron vermesi ile gerçekleşen olaydır. Bu olayın gerçekleştiği tepkimeye "yükseltgenme yarı tepkimesi" denir.

Bu olayda taneciğin yükseltgenme basamağı büyür.

$$Zn(k) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + 2e^-$$

- Yükseltgenme ve indirgenme tepkimeleri aynı anda gerçekleşir. Bağımsız düşünülemez. Yükseltgenme ve indirgenme yarı tepkimelerinin toplamına "yükseltgenme - indirgenme (redoks) tepkimeleri" denir.

$$Zn(k) + Cu^{2+}(suda) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + Cu(k)$$

- Bu tepkimelerde alınan elektron sayısı verilen elektron sayısına eşittir. Net tepkimede elektron görülmez.
- Redoks tepkimelerinde e^- veren madde yükseltgenen (= **indirgen**) maddedir (Zn).
- Redoks tepkimelerinde e^- alan madde indirgenen (= **yükseltgen**) maddedir (Cu^{2+}).
- O_2, $KMnO_4$, H_2SO_4, HNO_3 ve H_2O_2 kullanılan yaygın yükseltgenlerdendir. Bu maddeler, redoks tepkimelerinde indirgendiklerinden yükseltgen olarak davranır.
- H_2 ve SO_2 maddeleri yaygın indirgenlerdendir. Bu maddeler, redoks tepkimelerinde yükseltgendiklerinden indirgen olarak davranır.
- Kömürün yanması, paslanması ve bileşiklerin elementlerine ayrılması (elektroliz) redoks tepkimesidir.
- Redoks kelimesi, **red**üksiyon (indirgenme) ve **oksi**dasyon (yükseltgenme) kelimelerinin kısaltılıp birleştirilmesi ile oluşmuştur.

YÜKSELTGENME BASAMAĞI

- Bir atom veya iyonun tek başına veya bileşik içinde sahip olduğu yüke o taneciğin "yükseltgenme basamağı" denir.
- Yükseltgenme basamakları bulunurken aşağıdaki kurallara uyulur.
  - Elementel türlerin yükseltgenme basamağı sıfırdır.
  - K^0, O_2^0, H_2^0, Zn^0, Au^0
  - 1A grubu metalleri bileşiklerinde daima + 1 yükseltgenme basamağında bulunur.

    (K^+NO_3, Na^+Cl)
  - 2A grubu elementleri bileşiklerinde daima +2 yükseltgenme basamağında bulunur.

    ($Ca^{2+}Cl_2$, $Mg^{2+}O$)
  - Hidrojen, ametallerle yaptığı bileşiklerde +1 yükseltgenme basamağında bulunur.

    (H_2^+O, CH_4^+...)
  - Hidrojen metallerle yaptığı bileşiklerde (hidrür) –1 yükseltgenme basamağında bulunur.

    (KH^-, MgH_2^-)
  - Oksijen, peroksit bileşiklerinde –1 yükseltgenme basamağında bulunur. ($Na_2O_2^-$, MgO_2^-, $H_2O_2^-$)
  - Oksijen, flor ile yaptığı OF_2 bileşiğinde +2 yükseltgenme basamağında bulunur. ($O^{2+}F_2$)
  - Oksijen genellikle –2 yükseltgenme basamağında bulunur. (MgO^{2-}, SO_2^{2-}, $H_2SO_4^{2-}$...)
  - Flor, bütün bileşiklerinde –1 yükseltgenme basamağına sahiptir. (HF^-, CF_4^-, OF_2^-...)
  - Köklerde net yük iyon yüküne, bileşiklerde ise net yük sıfıra eşitlenerek hesaplama yapılır.

    Örneğin H → +1 , O → –2 alındığında S atomunun yükseltgenme basamağı,

    $SO_4^{2-} \rightarrow x + (-2 \cdot 4) = -2$ $\quad x = +6$

    $H_2SO_4 \rightarrow 2 \cdot 1 + 1 \cdot x + (4 \cdot -2) = 0$ $\quad x = +6$ bulunur.

- Oksijen ve hidrojen içeren bileşikte, iki cins element varsa önce oksijen ve hidrojene bakılmaz.

$Ca \rightarrow 2A \rightarrow 2+$

$CaO \Rightarrow Ca^{2+}O^{2-}$ kalsiyum oksit

2A metal

$CaO_2 \Rightarrow Ca^{2+}O_2^{-}$ kalsiyum peroksit

$CaH_2 \rightarrow Ca^{2+}H_2^{-}$ kalsiyum hidrür

- Kök içeren bileşiklerde iyon üzerinden ilerlenir.

$(NH_4)_2SO_4 \Rightarrow NH_4^+ \quad SO_4^{2-}$

$NH_4^+ = +1$ (H → 1+, N → x)

$x + 4\cdot(+1) = +1$

$x = -3$

REDOKS TEPKİMELERİNİN DENKLEŞTİRİLMESİ

- Her maddenin yapısında depoladığı bir enerjisi vardır.
- Enerji, iş yapabilme kapasitesidir. Enerji yoktan var edilemez. Bir formdan başka bir forma dönüşebilir.
- Yükseltgenme basamaklarının değişmediği tepkimeler "denetleme" yöntemiyle kolaylıkla denkleştirilebilir.
- Redoks tepkimeleri denkleştirilirken aşağıdaki sıra izlenir:
  - Tüm türlerin yükseltgenme basamakları bulunur. Yükseltgenme basamakları değişen türler belirlenir.
  - Alınıp verilen elektron sayıları belirlenip eşitlenir. Yarı tepkimelerde elektronları eşitlemek için kullanılan katsayılar tüm türlere çarpım olarak aittir.
  - Yükseltgenme basamaklarında değişmeyen türler en son denkleştirilir.

$C + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + SO_2 + H_2O$

$1/C^\circ \rightarrow C^{4+} + 4e^-$

$2/S^{+6} + 2e^- \rightarrow S^{4+}$

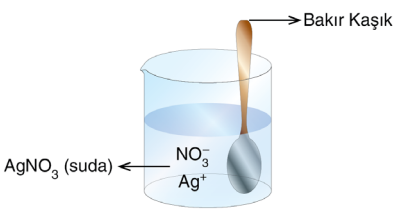
$C + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$

$C + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$

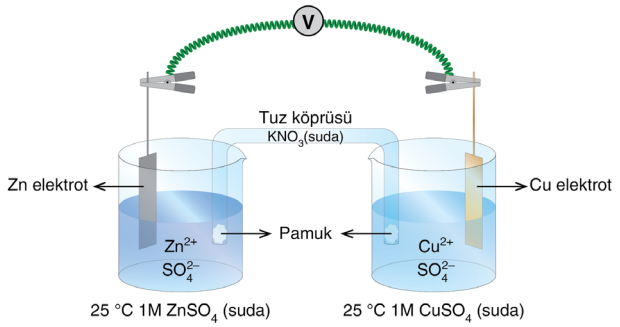
ELEKTRİK ENERJİSİ VE İSTEMLİLİK

İSTEMLİ TEPKİMELER

- Bulunduğu şartlarda kendiliğinden gerçekleşen tepkimelerdir.
- Bu tepkimeler sadece tepkimenin başlaması için enerjiye ihtiyaç duyarken tepkimenin devamı için enerjiye ihtiyaç duymaz.
- Elektrokimyasal piller istemli tepkimelerin gerçekleştiği düzeneklerdir.
- $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(s)$ + enerji
- Bakır kaşığın gümüşle kaplanması birbiriyle doğrudan temas hâlinde olan maddelerin istemli tepkimesidir.



- $Cu(k) + Ag^{+}(suda) \rightarrow Cu^{+}(suda) + Ag(k)$



- Daniell pili, birbiriyle doğrudan temas hâlinde olmayan maddelerin iletken tel ve tuz köprüsü yardımıyla istemli redoks tepkimesinin gerçekleştiği düzenektir.
- İstemli kimyasal reaksiyon ile elektrik enerjisi üretilebilir

İSTEMSİZ TEPKİMELER

- Bulunduğu şartlarda kendiliğinden gerçekleşmeyen tepkimelerdir. Hem tepkimenin başlaması hem de devam etmesi için enerjiye ihtiyaç duyar.
- Elektrolitik hücreler (elektroliz hücreleri) istemsiz tepkimelerin gerçekleştiği düzeneklerdir.
- $H_2O(s)$ + Enerji $\rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g)$ tepkimesi istemli olsaydı yeryüzünde su kalmazdı.
- İstemsiz tepkime, elektrik enerjisi kullanılarak gerçekleştirilir.

Tepkime	Türü
Yanma: $C + O_2 \rightarrow CO_2$	Redoks
Elektroliz: $H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$	Redoks
Sentez: $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$	Redoks
Metal + Asit: $Ca + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2$	Redoks
Nötralleşme: $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$	Yer değiştirme
Çözünme – çökelme: $AgNO_3(suda) + KI(suda) \rightarrow AgI(k) + KNO_3(suda)$	Yer değiştirme

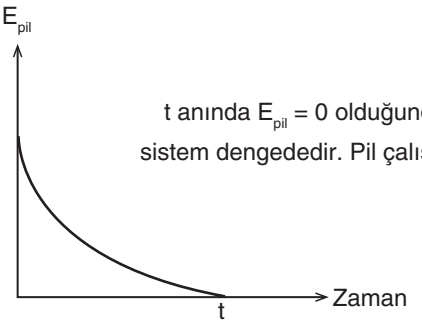
DİKKAT

Katyon Aktifliği:

Aktif metaller > H_2 > Cu > Ag > Hg > Pt > Au

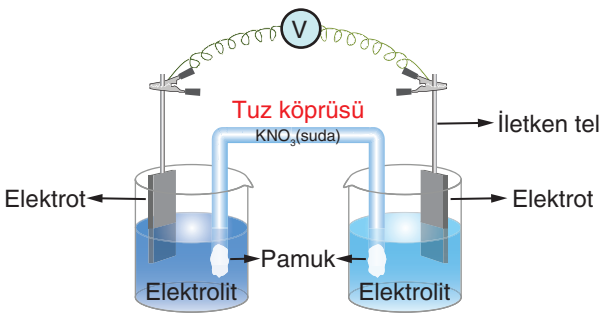
Anyon Aktifliği:

$F^- > SO_4^{2-} > NO_3^- > OH^- > Cl^- > Br^- > I^-$



t anında $E_{pil} = 0$ olduğundan sistem dengededir. Pil çalışmaz.

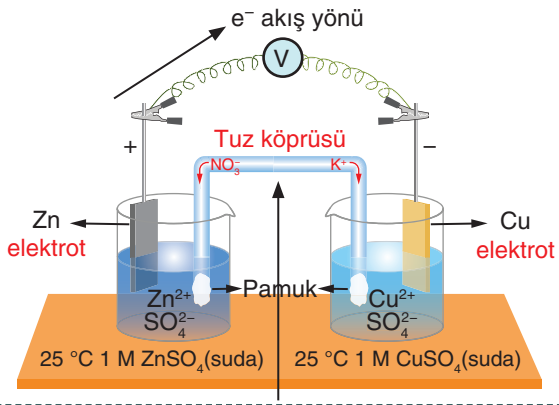
- İki yarı hücrenin iletken bir tel ve tuz köprüsüyle birbirine bağlanarak oluşturulan sisteme "elektrokimyasal pil (galvanik hücre)" denir. İstemli tepkimelerin gerçekleştiği bu düzeneklerde sistem elektrik enerjisi üretir.
- "Elektrolit" iletken çözeltidir.
- "Elektrot" elektrolitlere daldırılan metal çubuktur. Elektrolitte bulunan metal, katyonuyla aynı veya farklı olabilir.
- "Yarı hücre" elektrot ve elektrolitten oluşan sistemdir.
- "Anot yarı hücresi" yükseltgenmenin gerçekleştiği kaptır.
- "Anot" yükseltgenmenin gerçekleştiği elektrottur. İşareti negatiftir. Zamanla kütlesi azalır. Dış devrede elektronların çıkış yeridir.
- "Katot yarı hücresi" indirgenmenin gerçekleştiği kaptır.
- "Katot" indirgenmenin gerçekleştiği elektrottur. İşareti pozitiftir. Kütlesi genellikle artar. Elektrik akımının çıkış yeridir.
- "Voltmetre" elektrotlar arasındaki potansiyel farkını ölçmeye yarayan cihazdır.
- "Tuz köprüsü" yarı hücrelerde zamanla bozulan yük denkliğini sağlamak amacıyla içinde tuz çözeltisi bulunan U şeklindeki borudur. İçinde genellikle NaCl, KNO_3, NH_4Cl gibi tuzların çözeltileri bulunur. Tuz köprüsündeki anyonlar anoda, katyonlar ise katot yarı hücresine geçer.



Elektrokimyasal pil

Daniell Pili

$\left\{\begin{array}{ll} Zn(k) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + 2e^- & E^0 = 0,76\ V \\ Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k) & E^0 = 0,34\ V \end{array}\right\}$ Her iki tepkimenin de aynı yönde yazılması gerekir. Aksi takdirde yorum yapılamaz.



Tuz köprüsünde NaCl veya KNO_3 kullanmak pil potansiyelini değiştirmez.

Yükseltgenme potansiyeli büyük olan Zn anottur.

$Zn(k) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + 2e^-$

Zamanla Zn elektrodun kütlesi azalır.

$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$

Zamanla Cu elektrodun kütlesi artar.

- Tuz köprüsü olmadan pil çalışmaz. U borusu içinde KCl veya NH_4NO_3 gibi çözünürlüğü yüksek bir tuz konur. Akmaması için pamukla kapatılır. Katyonlar (K^+, NH_4^+) katoda, anyonlar (Cl^-, NO_3^-) anoda gider.

ANOT SEÇİMİ

- Yükseltgenme potansiyeli büyük olan
- Aktif olan metal
- Kütlesi azalan elektrot
- Çözelti derişimi artan hücre
- Tuz köprüsünde anyonların aktığı hücre
- Dış devrede elektronların çıkış yeri olan metal
- Derişim pillerinde derişimi az olan hücre

DİKKAT

Anot: $Zn(k) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + 2e^-$ $\quad E_{yük.} = 0,76\ V$

Katot: $2e^- + Cu^{2+}(suda) \rightarrow Cu(k)$ $\quad E_{ind.} = 0,34\ V$

Pil tepkimesi: $Zn(k) + Cu^{2+}(suda) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + Cu(k)$

$E^0_{pil} = E_{yük.} + E_{ind.} = 1,1\ V$

$E^0_{pil} = E_{Anot} + E_{Katot}$

HER ZAMAN E_{pil} BÖYLE BULUNMAZ!

$E^0_{pil} = E_a + E_k$

yaklaşımı her iki çözelti derişiminin 1 M olduğu ve standart şartlar (1 atm - 25 °C) için geçerlidir.

Derişimler ve elektrolitler farklı ise "Nernst denklemi" kullanılır.

Pil Şeması = Anot // Katot

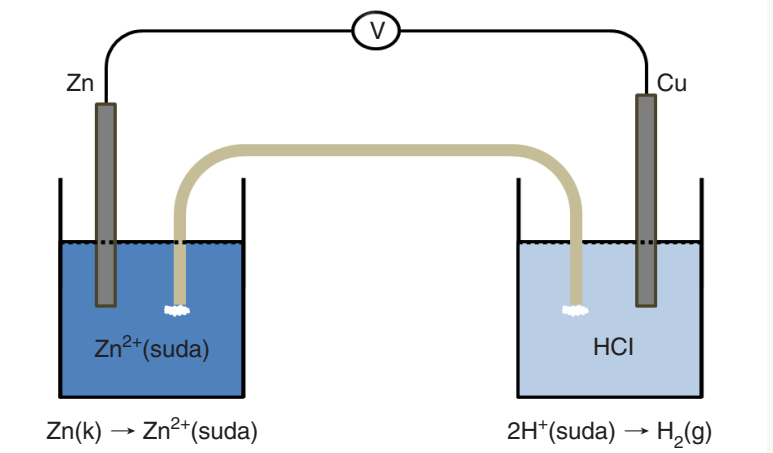
↓

Tuz köprüsünü ifade eder.

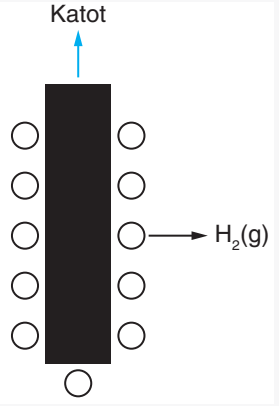
$Zn(k) / Zn^{2+}(suda) // Cu^{2+}(suda) / Cu(k)$

yük. ind.

DİKKAT



$Zn(k) \rightarrow Zn^{2+}(suda)$ $\qquad$ $2H^+(suda) \rightarrow H_2(g)$

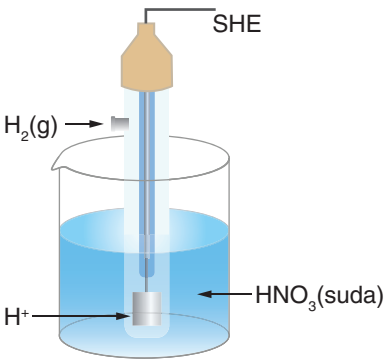


KATODUN KÜTLESİ HER ZAMAN ARTMAZ!

- Standart elektrot potansiyeli, 25 °C ve 1 atm şartlarında indirgenme eğiliminin volt olarak ifade edildiği ve E^0 ile gösterilen değerdir.
- İndirgenme yarı tepkimeleri tek başına hesaplanamaz. SHE (standart hidrojen elektrot) kullanılarak oluşturulan pil ile hesaplanır.
- SHE, standart şartlarda 1,0 M'lük HCl çözeltisine daldırılmış Pt üzerine gönderilen 1 atm basınçlı hidrojen gazından oluşur. H_2 oda sıcaklığında gaz olduğundan elektrot olarak kullanılamaz.
- SHE, potansiyeli sıfır olan referans elektrottur. Hazırlanması kolay olduğundan ve aşınma gerçekleşmediğinden tercih edilir.
- SHE'un potansiyeli; sıcaklık, derişim ve hidrojen gazının basıncına bağlıdır.
- SHE, anot veya katot olarak kullanılabilir.
  - Ag gibi yükseltgenme potansiyeli küçük metalin yanında SHE = Anottur.
  - Zn gibi Yükseltgenme potansiyeli büyük metalin yanında SHE = Katottur.
- Standart elektrot potansiyellerinden faydalanılarak standart pil potansiyelleri (E^0_{pil}) hesaplanır.

  $E^0_{pil} = E^0_{Anot} + E^0_{Katot}$
- Pil reaksiyonu ters çevrilirse E^0_{pil} değerinin toplamaya göre tersi alınır. Ancak bir reaksiyon herhangi bir sayı ile çarpılırsa E^0_{pil} o sayı ile çarpılmaz.
- Bir pilde zamanla E^0 azalır ve sıfır olur.
- $E^0_{pil} > 0$ olan reaksiyonlar istemli,

  $E^0_{pil} < 0$ olan reaksiyonlar istemsizdir.
- Standart pil potansiyelinden faydalanılarak;
  - metallerin aktifliği,
  - saklama, karıştırma ve aşındırma şartları,
  - tepkimenin istemli olup olmayacağı,
  - pil de hangi metalin anot olarak kullanılacağı gibi pek çok bilgiye ulaşılabilir.



$H_2(g) \rightarrow 2H^+(suda) + 2e^-$

$(Zn(k) / Zn^{2+}(suda) // H^+(suda) / H_2(g))$

$Zn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Zn(k)$

$E^0 = -0,763$ V

$2H^+(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

$E^0 = 0,000$ V

$Ag^+(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)$

$E^0 = 0,799$ V

$(H_2(g) / H^+(suda) // Ag^+(suda) / Ag(k))$

SHE, katot yarı hücresi ise zamanla pH değeri artar.

$2H^+(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

H^+ iyonu derişimi azalırsa pH artar.

AKTİFLİK

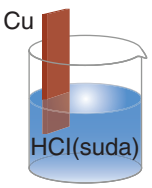
Bir atomun bileşik oluşturma veya iyon hâline geçme eğilimine (maddenin kimyasal tepkimeye girme yatkınlığı) "aktiflik" denir.

Metaller	METAL	AMETAL	Ametaller
Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Ni, Sn, Pb, H_2, Cu, Hg, Ag, Au, Pt ↓ Aktiflik azalır.	Standart potansiyeli en küçük olan lityum en aktif metaldir.	Standart indirgenme potansiyeli en büyük olan flor en aktif ametaldir.	F, O, Cl, Br, I, S ↓ Aktiflik azalır.
	Metalik aktiflik α Yükseltgenme eğilimi	Ametalik aktiflik α İndirgenme eğilimi	
	Aktif metallerin yükseltgenme potansiyeli: + Soy metallerin yükseltgenme potansiyeli: –	Ametallerin yükseltgenme potansiyeli: –	
	Metal → katyon Na → Na^+	Ametal → anyon F → F^-	
	Aktif metal: Pilde anot	Pasif metal iyonu, elektrolizde öncelikle açığa çıkar.	
Cu, Hg, Ag: Yarı soy Au, Pt: Soy metal	Periyodik sistemde, → Metalik aktiflik azalır. ↓ Metalik aktiflik artar. Na > Al Çapı büyük olan metal aktiftir.	Periyodik sistemde, → Ametalik aktiflik artar. ↓ Ametalik aktiflik azalır. F > Br Çapı küçük olan ametal aktiftir.	

Pasif metal

↑

$Cu + H^+ \rightarrow$ istemsiz $E^0 < 0$



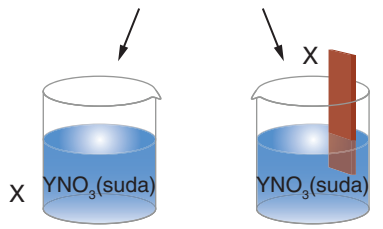
$H_2(g)$ oluşmaz, Cu metalinden yapılmış çubuk ile karıştırma yapılabilir.

- Pasif metaller (yarı soy metaller) H_2SO_4 ve HNO_3 gibi oksijenli asitlerle etkileşir. Derişik HNO_3 ile $NO_2(g)$ seyreltik HNO_3 ile NO(g), derişik ve sıcak H_2SO_4 ile $SO_2(g)$ oluşur.

- X'in indirgenme potansiyeli Y'ninkinden küçük yani, **X, Y'den daha aktif ise**,

  $X + Y^+ \rightarrow X^+ + Y$

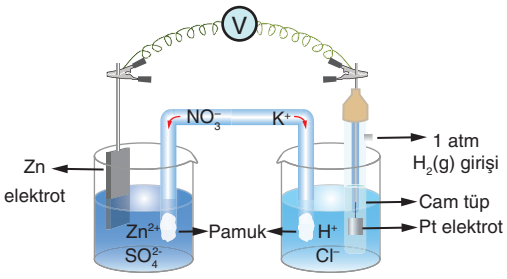
  reaksiyonu gerçekleşir. İstemli $E^0 > 0$



X kapta Y^+ iyonu içeren çözelti saklanmaz aşınır. Y^+ iyonu içeren çözelti X metalinden yapılmış çubuk ile karıştırma yapılamaz, çubukta aşınma gerçekleşir.

STANDART ELEKTROT POTANSİYELİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Standart elektrot potansiyeli, 25 °C ve 1 atm basınçta derişimi 1 M olan çözeltiler kullanılarak hesaplanmıştır. Bu şartlardan biri değişirse pil potansiyeli de değişir.
- Pil potansiyeli elektrodun boyutuna, kütlesine ve sabit derişimde hacmine bağlı değildir.
- Pil potansiyeli elektrodun cinsine bağlıdır.
- Pilde gerçekleşen tepkimeler denge tepkimesidir. Sıcaklık, basınç ve derişim faktörlerinin pile etkisi Le Chatelier ilkesine göre açıklanır.



Pil tepkimesi

$Zn(k) + 2H^+(suda) \leftrightarrow Zn^{2+}(suda) + H_2(g)$

$E^0_{pil} = 0,763\ V$

I. Sıcaklık artarsa tepkime ekzotermik olduğundan denge reaktifler lehine bozulur.

Pil potansiyeli $\left(\frac{\text{Ürünler}}{\text{Girenler}} = \frac{[Zn^{2+}]}{[H^+]^2}\right)$ azalır.

Bu yüzden piller soğukta saklanır.

II. Basınç faktörü yalnız SHE içeren galvanik pillerde gerilimi etkiler. Burada basınç artarsa denge girenler lehine bozulur. Pil gerilimi azalır.

III. Derişimin etkisi "Nernst denklemi" ile açıklanır. 1M'dan farklı derişimlerdeki elektrolitlerde

$E_{pil} = E^0_{pil} - \frac{0,0592}{n} \log Q_C$ şeklindedir.

n = Alınıp verilen toplam elektron sayısı

Q_c = Denge kesridir. $Q_c = 1$ ise $E_{pil} = E^0_{pil}$ olur.

Bu denklem yarı hücreler için de, piller için de kullanılabilir.

Anot derişimini artıran etkiler, pil geriliminin azalmasına sebep olur.

Katot hücresi derişimi (H^+ derişimi) artarsa E_{pil} artar.

- $Y^{2+}(suda) + X(k) \rightarrow X^{2+}(suda) + Y(k)$

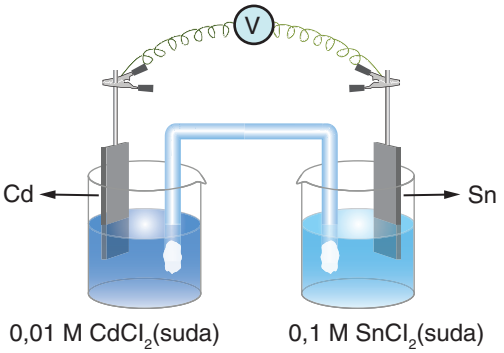
pilinde,

X = anot (indirgen)

Y = katot (yükseltgen)

- Katot hücresi derişimi artarsa denge ürünler lehine ilerler. E_{pil} artar.
- Katot çözeltisine su eklenirse (derişim azalırsa) denge girenler lehine bozulur. Pil gerilimi azalır.
- Katot hücresine çözünen YCl_2 tuzu eklenirse pil gerilimi artar.
- Katot hücresine eklenen Na_2S ile suda çözünmeyen YS tuzu oluşursa pil gerilimi azalır.

DERİŞİMİ FARKLI HÜCRELER



Cd^{2+}(suda) + 2e⁻ → Cd(k) (–0,4 V)

Sn^{2+}(suda) + 2e⁻ → Sn(k) (–0,14 V)

İndirgenme potansiyeli küçük olan Cd daha aktiftir ve anottur.

(Yük = Anot) Cd(k) → Cd^{2+}(suda) + 2e⁻ $E^0_{yük.} = 0,4$ V

(İnd = Katot) Sn^{2+}(suda) + 2e⁻ → Sn(k) $E^0_{ind.} = -0,14$ V

Pil: Cd(k) + Sn^{2+}(suda) → Cd^{2+}(suda) + Sn(k) $E^0_{pil.} = 0,26$ V

E^0_{pil} = Standart pil gerilimi (Derişimler birer M olsaydı)

$$E_{pil} = E^0_{pil} - \frac{0,0592}{n}\log\frac{[Anot]}{[Katot]}$$

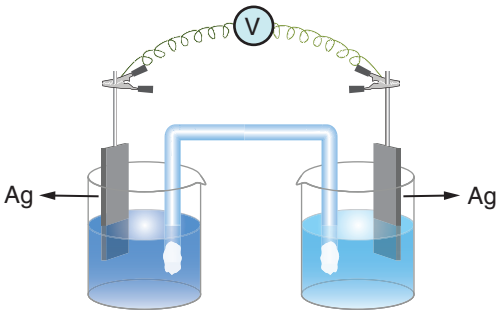
$$= 0,26 - \frac{0,0592}{2}\log\frac{0,01}{0,1}$$

$$= 0,26 + 0,0296$$

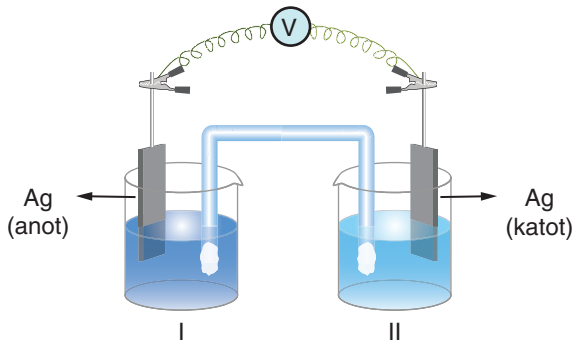
$$= 0,2896 \text{ V}$$

DERİŞİM PİLLERİ

Aynı elektrotlar, aynı elektrolitin farklı derişimli çözeltilerine daldırılmıştır. Seyreltik hücre anottur. Derişim eşitlenince pil biter. Zamanla anot yarı hücresinde derişim artar, katot yarı hücresinde derişim azalır.



Ag / Ag^+(0,1 M) // Ag / Ag^+(1,0 M)



- I. hücreye aynı sıcaklıkta 100 mL saf su eklemek,

  Ag + Ag^+ (1,0M) → Ag^+(0,1M) + Ag

  Su ilavesi $M_1 V_1 = M_2 V_2$

  0,1·100 = 200·X

  X = 0,05 M

  Anot derişimi azalır. Her iki elektrot arasındaki derişim farkı artar, pil gerilimi artar.

- II. yarı hücreye aynı sıcaklıkta 900 mL saf su eklemek,

  $M_1 V_1 = M_2 V_2$

  1·100 = 1000·X ⇒ X = 0,1 M

  Derişimler eşitlenir. Pil biter.

- I. yarı hücreye H_2S eklemek (Ag_2S suda çözünmez)

  I. yarı hücre derişimi azalır. Pil gerilimi artar.

PİL GERİLİMLERİNİN HESAPLANMASI

I. Elektrotların Aynı İyonu İçeren 1,0 M'lik (Standart) Elektrolitlerle Oluşturduğu Piller

$Cu(k) \rightarrow Cu^{2+}(suda) + 2e^-$ $E^0 = -0,34$ V

$Zn(k) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + 2e^-$ $E^0 = 0,76$ V

Yükseltgenme potansiyeli büyük olan Zn, aktiftir. Anot olarak kullanılır. Yükseltgenmenin gerçekleştiği yerdir.

Anot: $Zn(k) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + 2e^-$ $E^0_{Anot} = 0,76$ V

Katot: $Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$ $E^0_{Katot} = 0,34$ V

Pil: $Zn(k) + Cu^{2+}(suda) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + Cu(k)$

$E^0_{pil} = E^0_{Anot} + E^0_{Katot}$

$E^0_{pil} = 1,1$ V

DİKKAT

Pil soruları çözülürken önce elektrot – elektrolit uyumuna bakılmalı, sonra da pil derişimlerine bakılmalıdır.

II. Elektrotların Aynı İyonu İçeren Ancak Standart Olmayan Derişimlerdeki Elektrolitlerle Oluşturduğu Piller

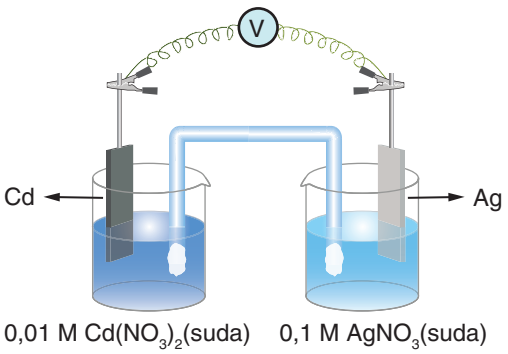
$Cd^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cd(k)$ $E^0 = -0,403$ V

$Ag^+(suda) + e^- \rightarrow Ag(k)$ $E^0 = +0,799$ V

İndirgenme potansiyeli küçük olan Cd aktiftir. Anot olarak kullanılır. Yükseltgenmenin gerçekleştiği yerdir.

Anot: $Cd(k) \rightarrow Cd^{2+}(suda) + 2e^-$ $E^0_A = +0,403$ V

Katot: $2Ag^+(suda) + 2e^- \rightarrow 2Ag(k)$ $E^0_K = 0,799$ V



Pil: $Cd(k) + 2Ag^+(suda) \rightarrow Cd^{2+}(suda) + 2Ag(k)$

$E^0_{pil} = E^0_A + E^0_K = 1,202$ V

Nernst Denklemi:

$$E_{pil} = E^0_{pil} - \frac{0,0592}{n} \log Qc$$

$$E_{pil} = 1,202 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{0,01}{(0,1)^2}$$

$$= 1,202 + \frac{0,0592}{2} \log 1 = 1,202 \text{ V}$$

III. Katot Yarı Hücresinde Elektrolit Olarak Asit Kullanılan Piller

$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$ $\quad E^0 = 0,34\ V$

$2H^+(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ $\quad E^0 = +0,00\ V$

$Zn^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Zn(k)$ $\quad E^0 = -0,76\ V$

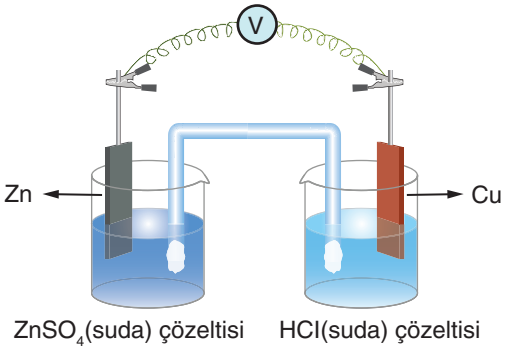
İndirgenme potansiyeli küçük olan Zn anottur ve yükseltgenme gerçekleşir. Katot yarı hücresinde indirgenme olur. Ancak elektrolit olarak kullanılan HCl'deki katyon indirgenir Cu^{2+} indirgenmesi gerçekleşmez.

Anot: $Zn(k) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + 2e^-$ $\quad E^0_A = 0,76\ V$

Katot: $2H^+(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ $\quad E^0_K = 0,00\ V$

Pil: $Zn(k) + 2H^+(suda) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + H_2(g)$

$E^0_{pil} = E^0_A + E^0_K = 0,76\ V$



DİKKAT

Bu pilde katot kütlesi artmaz. Elektrot çeperinde gaz kabarcıkları oluşur.

IV. Derişim Pilleri

- Derişimi küçük olan I. kaptaki Zn anottur.
- I. kaba aynı sıcaklıkta 100 mL 0,4 M $Zn(NO_3)_2$ eklenirse I. kaptaki Zn katot olur.

  $M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_T V_T$

  $0,1 \cdot 100 + 0,4 \cdot 100 = M_T \cdot 200$

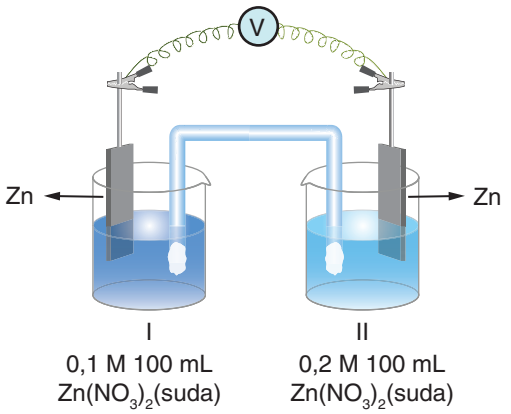
  $M = 0,25\ M$
- II. kaba 100 mL su eklendiğinde derişimler eşitleneceğinden pil gerlimi sıfır olur.

  $M_1 V_1 = M_2 V_2$

  $0,1 \cdot 100 = M_2 \cdot 200$

  $M_2 = 0,1\ M$
- Nernst denkleminde E^0_{pil} değeri sıfır kabul edilir.

$$E_{pil} = 0 - \frac{0,0592}{2} \log \frac{(0,1)}{(0,2)}$$



V. Birden Fazla Elektrolitin Kullanıldığı Piller

$Cu^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Cu(k)$ $E^0 = 0,337$ V

$Pb^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Pb(k)$ $E^0 = -0,126$ V

$Fe^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Fe(k)$ $E^0 = -0,440$ V

$Al^{3+}(suda) + 3e^- \rightarrow Al(k)$ $E^0 = -1,662$ V

İndirgenme potansiyeli, Cu metaline göre küçük olan Al metali anottur. Al metali yükseltgenir.

Anot reaksiyonu: $Al(k) \rightarrow Al^{3+}(suda) + 3e^-$

İndirgenme potansiyeli büyük olan Cu = Katot

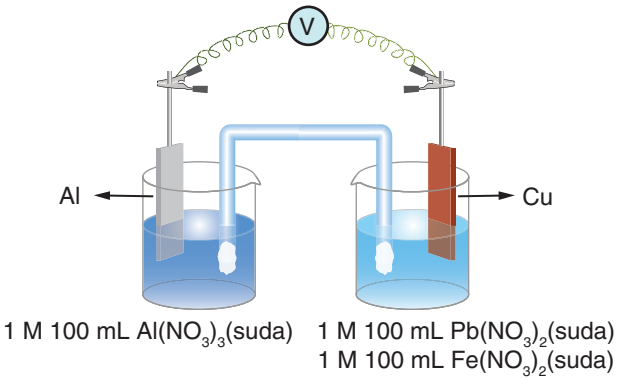
Katottaki iyonlardan (Fe^{2+} ve Pb^{2+}) indirgenme potansiyeli büyük olan (pasif metal) önce indirgenir.

Pb^{2+} indirgenecektir.

$(-0,126 > -0,440)$

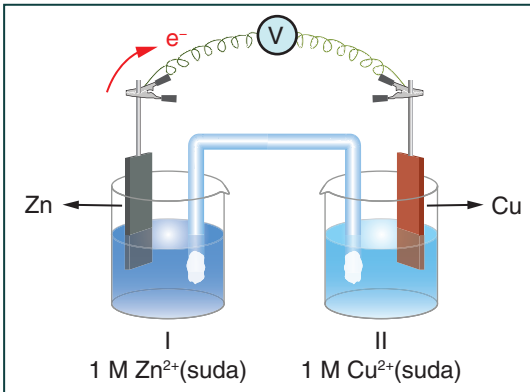
Katot reaksiyonu: $Pb^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Pb(k)$

Pil reaksiyonu $2Al(k) + 3Pb^{2+}(suda) \rightarrow 2Al^{3+}(suda) + 3Pb(k)$



DİKKAT

E_{pil} değeri; anot derişimi ile ters, katot derişimi ile doğru orantılıdır.



Pil gerilimini artırmak için;

- I. kaba su eklemek,
- II. kaptan su buharlaştırmak,
- II. kaba $Cu(NO_3)_2$ katısı ekleyip çözmek,
- I. kaba Na_2S katısı ekleyerek ZnS katısını çöktürmek ve sistemi soğutmak işlemleri uygundur.

PİLLERİN ÖMRÜ

- "Çevrim ömrü" olarak ifade edilir. "Bir çevrim" bir şarj (dolum) - bir deşarj (boşalım) işlemine karşılık gelir.
- Sürekli şarj etmek yıpranmayı hızlandırır.
- Uzun süre şarj edilmeyen pil derin boşalma durumuna geçer. Ömrünü tamamlar.
- Pillerde öngörülen voltaj değerlerinde şarj yapılmalıdır. Aşırı voltaj ve ani voltajdan kaçınılmalıdır.
- Uzun süre şarjda tutulmamalı ve orijinal şarj aletleri tercih edilmelidir.
- Cihaz darbelerden korunmalı, uç sıcaklıklarda çalışılmamalıdır.
- Ömrünü tamamlayan bir kalem pili 6 m^2 toprağı zehirleyeceği için geri dönüşüme atılmalıdır.

LİTYUM - İYON PİLLERİ

- Lityum en aktif (standart indirgenme potansiyeli en küçük) metaldir. Anot olarak kullanıldığı pillerde 3,6 volta kadar gerilim elde edilebilir.
- Lityum pillerinde elektrolit olarak çözelti yerine katı polimerler kullanılır. Bu elektrolitler, iyon geçişine izin verip elektron geçişini engelleyen maddelerdir.
- Lityum iyon pillerinde lityum anot, TiS_2 [titanyum(IV) sülfür] katot olarak kullanılır.
- Dizüstü bilgisayar ve cep telefonlarında tekrar şarj edilerek defalarca kullanılan lityum pilleri vardır.
- Karbon dioksit salınımı çok az olduğundan ve toksik madde içermediğinden çevreye verdiği zarar azdır.
- Pilde, Anot: $Li \rightarrow Li^+ + e^-$

  Katot: $TiS_2 + e^- \rightarrow TiS_2^-$

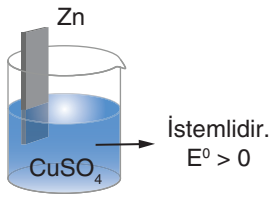
  yarı reaksiyonları gerçekleşir.

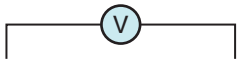
ELEKTRİK AKIMI VE MADDESEL DEĞİŞİM

Elektrokimyanın uygulama alanı ikiye ayrılır.

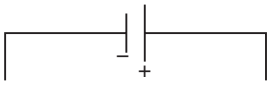
Kimyasal Reaksiyon $\underset{II}{\overset{I}{\rightleftharpoons}}$ Elektrik Enerjisi

I. GALVANİK HÜCRE (ELEKTROKİMYASAL PİL)



- Zamanla çözeltideki mavilik kaybolup Zn'nun üzeri Cu ile kaplanır.
- Anot = - (Yükseltgenme olur.)
  Katot = + (İndirgenme olur.)
-  Düzenekte voltmetre vardır.

II. ELEKTROLİTİK HÜCRE (ELEKTROLİZ)

- $H_2O(s) \rightarrow H^+(aq) + OH^-(aq)$
  İstemsizdir. $E^0 < 0$
  Eğer istemli olsaydı dünyada su kalmazdı.
- Elektrik enerjisi kullanarak reaksiyon gerçekleştirilir.
- Anot = + (Yükseltgenme olur.)
  Katot = - (İndirgenme olur.)
-  Düzenekte üreteç vardır.
- Bileşikleri (NaCl, H_2O...) bileşenlerine ayırmak için kullanılan kimyasal bir ayırma yöntemidir.
- Çözelti veya erimiş tuz içinden elektrik akımı geçirilmesiyle saf madde elde etme işlemidir. Pasif olan iyon önce açığa çıkar.

FARADAY KANUNLARI

I. Kanun: Anot ve katotta toplanan veya çözünen madde miktarı devreden geçen yük miktarıyla doğru orantılıdır.

1 mol ($6{,}02 \cdot 10^{23}$ tane) elektron içeren yük miktarına "1 Faraday (F) yükü" denir.

1 mol e^- yükü = 1F = 96485 C (coulomb)

1 coulomb = 1 amperlik akımın iletken üzerinden 1 saniye süresince geçmesiyle oluşan elektrik yüküdür.

Q	=	I	·	t
(coulomb)		(amper)		(saniye)

Anot ve katotta toplanan veya çözünen madde miktarını bulmak için,

$$m = \frac{Q \cdot M_A}{96485 \cdot Z}$$ formülü kullanılır.

m = Gram cinsinden kütle

Q = Elektrik yükü (coulomb)

M_A = Mol kütlesi

Z = Tesir değerliği (alınıp verilen e^- sayısı)

II. Kanun: Farklı elektrolitlerden eşit miktarda elektrik yükü geçirildiğinde anot ve katotta meydana gelen kütle değişimi iyonların eşdeğer kütleleri ile doğru orantılıdır.

$$\frac{m_1 Z_1}{M_{A_1}} = \frac{m_2 Z_2}{M_{A_2}}$$ "seri bağlı devrelerde"

m_1 = 1. kapta toplanan madde miktarı

M_{A_1} = 1. kaptaki maddenin molekül kütlesi

Z_1 = 1. kapta alınan verilen elektron sayısı

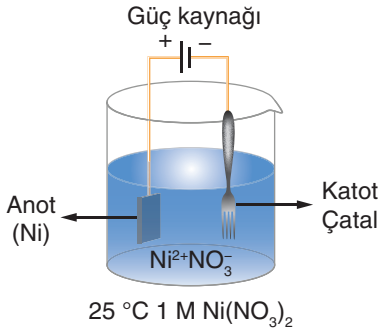
$$\text{Eş değer kütle} = \frac{\text{Mol kütlesi}}{\text{Tesir değerliği}}$$

$\left({}^{27}_{13}Al \text{ için 1 eş değer gram} = \frac{27}{3} = 9 \text{ gram}\right)$

METAL KAPLAMACILIK

- Günlük hayatta kullandığımız metaller zamanla aşınır. Bunu önlemek ise sürdürülebilir gelişmenin bir parçasıdır.
- Aşınmanın önlenmesi amacıyla endüstride uygulanan en yaygın işlem kaplamacılıktır. Bu işlemde korunacak metal, aşınmaya karşı daha dayanıklı metallerle kaplanır.
- Kaplamacılıkta altın, gümüş, krom, nikel, bakır gibi metaller kullanılır.
- Kaplama işleminde kaplanacak madde katot elektrot, kaplayacak madde anot elektrot olarak seçilir. Elektrolit ise anotta kullanılan metalin iyonunu içeren bir çözeltidir.
- Kaplamacılıkta kullanılan metalin miktarı Faraday Kanunları'ndan faydalanılarak hesaplanır. Bu işlem maliyet hesaplarında önemlidir.
- Teknik kromaj, nikelaj ve gümüşle kaplama bu yöntemle yapılır.

Demir çatalın nikel ile kaplanması:

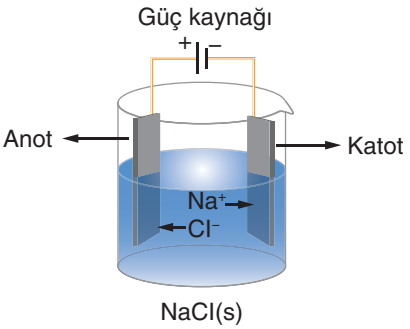


Düzenekte çatal katot, nikel ise anot olarak seçilir. Çözelti olarak nikel tuzu çözeltisi kullanılır. Sulu çözelti içindeki nikel iyonları katoda gider ve element hâlinde katot üzerinde birikir.

ELEKTROLİZ İLE BİLEŞİKLERİN ELEMENTLERİNE AYRILMASI

- Tabiatta birçok element bileşiği hâlinde bulunur. Bu bileşiklerin sıvı hâlinin veya çözeltilerinin elektrolizi ile elementler saf olarak elde edilir.

NaCl sıvısından Na ve Cl eldesi:



Anot: $Cl^-(s) \rightarrow \frac{1}{2} Cl_2(g) + e^-$

Katot: $Na^+(s) + e^- \rightarrow Na(s)$

Net Tepkime: $NaCl(s) \rightleftarrows Na(s) + \frac{1}{2} Cl_2(g)$

Suyun elektrolizi:

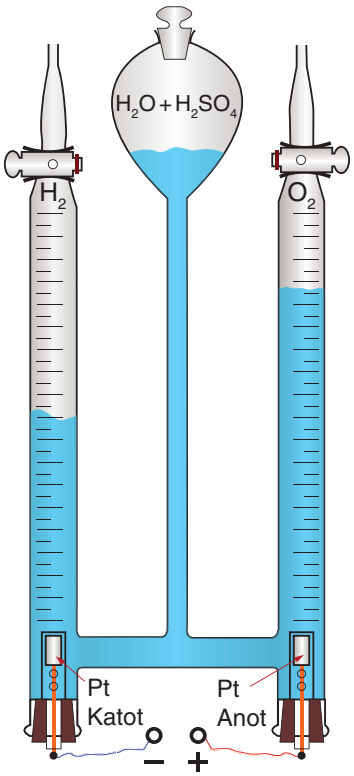
- Saf suyun iletkenliği az olduğundan elektriksel iletkenliği arttırmak için suya az miktarda H_2SO_4 eklenir.
- Suyun elektrolizi Hoffman voltametresi ile gerçekleştirilir.

Anot: $H_2O(s) \rightarrow \frac{1}{2} O_2(g) + 2H^+(suda) + 2e^-$

Katot: $2H^+(suda) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

Net Tepkime: $H_2O(s) \rightleftarrows \frac{1}{2} O_2(g) + H_2(g)$

Elektroliz sonucu açığa çıkan hidrojen gazının hacmi (2V), oksijen gazının hacminin (V) iki katıdır.



Hoffman voltametresi

DİKKAT

Kaplamacılıkta

Kaşık

Katoda bağlanır.

KOROZYON

- Bir maddenin çeşitli etkiler sonucu kimyasal olarak aşınmasına "korozyon" denir.
- Ahşap ve plastik maddeler de çevre şartlarından bozulabilir. Ancak korozyon terimi genellikle metaller için kullanılır.
- Metalin aktifliği ne kadar fazlaysa korozyona uğrama süresi o kadar kısadır.
- Korozyon süresi ortam şartlarına bağlıdır. Demir, asidik ve nemli havada daha kısa sürede korozyona uğrar.
- $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ bileşiği "pas" olarak adlandırılır ve formüldeki "n" sayısı ortam şartlarına bağlı olarak (1, 2, 3...) değişebilir.
- Korozyon, metallerin verimli kullanılmasını engeller.

KOROZYONDAN KORUNMA

1. Korozyona sebep olan etki ortadan kaldırılır.
2. Korozyona sebep olan etki ile metalin etkileşimi kesilir.

KOROZYONU ÖNLEMEK İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

1. Aşınacak madde yerine daha dayanıklısını seçmek
2. Metali boyamak (O_2 ile metalin etkileşimi kesilir.)
3. Kaplamacılık (Demir daha aktif Zn ile kaplanır. Zn elektron verir. Bu elektronları korozyonu başlamış demir iyonları alarak başlangıç hâline döner.)

   $Zn(k) \rightarrow Zn^{2+}(suda) + 2e^-$

   $Fe^{2+}(suda) + 2e^- \rightarrow Fe(k)$
4. Katodik koruma

- Katodik koruma yöntemi en etkili korozyonu önleme yöntemidir. Bu yöntemde korunacak metalden daha aktif bir metal sisteme dâhil edilir. Böylece anot olarak davranan bu metal korozyona uğrayacağından asıl metal korunmuş olur.
- Katodik korumada aktifliği korunacak metalden yüksek olan metale "kurban elektrot" denir. Kurban elektrot anot görevi yapar.
- Gemilerin karinaları, depolama tankları, su tesisatları gibi suyla veya nemli toprakla temas hâlindeki demir ve çelikten yapılmış malzemeleri korumak için Al ve Mg metalleri kurban elektrot olarak seçilir.
- $Fe(k) \rightarrow Fe^{2+}(suda) + 2e^-$

  $O_2(g) + 4H^+(suda) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(s)$

yarı tepkimelerinden oluşan,

$2Fe(k) + O_2(g) + 4H^+(suda) \rightarrow 2Fe^{2+}(suda) + 2H_2O(s)$

pas tepkimesinde $\mathbf{E_{pil} > 0}$ olduğundan bu tepkime istemlidir. Ancak gerçekleşmesi istenmez.

DİKKAT

Korozyonu önleme yöntemleri istemli ancak istenmeyen elektrokimyasal tepkimeler için kullanılır.

Organik Bileşik Kavramının Gelişimi

KCN (Potasyum siyanür) + PbO_2 (Kurşun(IV) oksit) → $KCNO$ (Potasyum siyanat) + PbO (Kurşun(II) oksit)

$2KCNO$ (Potasyum siyanat) + $(NH_4)_2SO_4$ (Amonyum sülfat) → $2NH_4CNO$ (Amonyum siyanat) + K_2SO_4 (Potasyum sülfat)

NH_4CNO (Amonyum siyanat) $\xrightarrow{ısı}$ $NH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$ (Üre)

KRİTİK BİLGİ

1828 yılında Alman kimyacı Friedrich Wöhler, anorganik bir madde olan potasyum siyanürden organik bir madde olan üreyi sentezlemiştir. Böylece organik bir madde canlı vücudu dışında ilk kez sentezlenmiştir.

Organik ve Anorganik Bileşikler Arasındaki Farklar

Bir bileşiğin organik olabilmesi için kesinlikle C atomu içermesi gerekir. Bu bileşiklerin yapılarında H, N, O, P, S elementleri, halojenler ve Fe, Mg gibi metaller de bulunabilir.

DİKKAT

C atomu içeren her bileşik organik olmak zorunda değildir.

HCl, CaC_2, CS_2, HCN, $CaCO_3$, CO_2, H_2CO_3 bileşikleri organik değildir.

CH_4, C_2H_5-OH, $C_6H_{12}O_6$, $C_2H_5-NH_2$, CCl_4 bileşikleri organiktir.

Organik ve Anorganik Bileşiklerin Genel Özellikleri

ORGANİK BİLEŞİKLER

Ana kaynağı canlı organizmalar ve bunların kalıntılarıdır (kömür, petrol, doğal gaz vb.).

- Genellikle kovalent yapılı bileşiklerdir.
- Birçoğunun erime ve kaynama noktası düşüktür.
- Tepkimeleri yavaştır.
- Sayıları milyonlarla ifade edilecek kadar çoktur.
- Genellikle yanıcıdır.
- Genellikle benzen, eter, kloroform gibi organik çözücülerde çözünür.
- Çoğunun kendine has kokusu vardır.
- Genellikle elektrolit özellik göstermez.

ANORGANİK BİLEŞİKLER

Ana kaynağı doğadaki minerallerdir (asitler, bazlar, tuzlar, oksitler vb.).

- Genellikle iyonik yapılı bileşiklerdir.
- Birçoğunun erime ve kaynama noktası yüksektir.
- Tepkimeleri genellikle hızlıdır.
- Sayıları organik bileşiklere göre oldukça azdır.
- Genellikle yanıcı değildir.
- Genellikle suda iyi çözünür.
- Çoğunun kendine has kokusu yoktur.
- Sulu çözeltileri ve eriyikleri elektrolit özellik gösterir.

BASİT FORMÜL VE MOLEKÜL FORMÜLÜ

Kimyasal Formüllerin Bulunması

Organik bileşiklerde elementlerin türünü ve atom sayılarının birbirine oranını gösteren formüle "basit (kaba) formül" denir.	Organik bileşiği oluşturan elementlerin gerçek atom sayılarının verildiği formüle o bileşiğin "molekül formülü (gerçek formül)" denir.
CH_2	C_4H_8
C_2H_6O	C_2H_6O

n(Basit formül) = Molekül formül

n(Basit formülü verilen bileşiğin molekül kütlesi) = Molekül kütlesi

Örnek:

C ve H elementlerinden oluşan, CH_2 basit formülüne sahip organik bir bileşiğin mol kütlesi 42 g/mol'dür.

Buna göre bu organik bileşiğin molekül formülünü bulunuz.

(Mol kütleleri, g/mol; H:1 C:12)

n(Basit formülü verilen bileşiğin molekül kütlesi) = Molekül kütlesi

n(C + 2H) = 42

n(12 + 2·1) = 42

n = 3

n(Basit formül) = Molekül formül

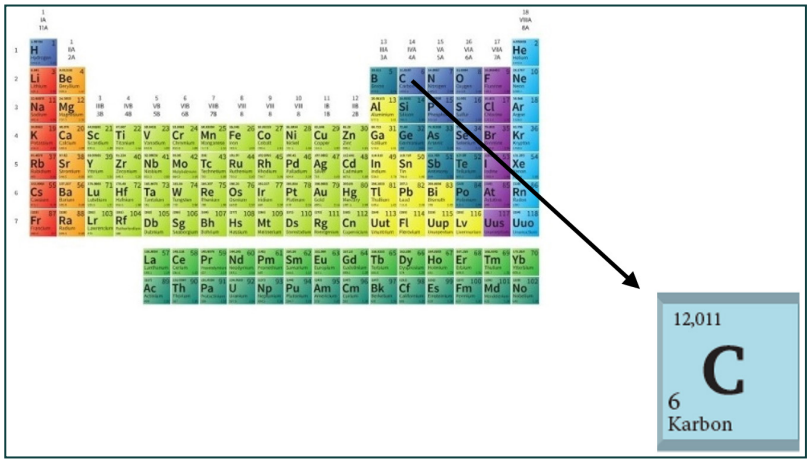
n(CH_2) = Molekül formül

3(CH_2) = Molekül formül

Molekül formül = C_3H_6

Basit (Kaba) Formül	Molekül Formülü (Gerçek Formül)
Elementlerin türü,	Elementlerin türü,
Atom sayıları oranı,	Atom sayıları oranı,
Atom kütleleri biliniyorsa elementlerin kütle oranı ve kütlece % bileşimleri bulunabilir.	Atom sayıları,
	Atom kütleleri biliniyorsa elementlerin kütle oranı kütlece % bileşimleri ve molekül ağırlığı bulunabilir.

KARBON ELEMENTİNİN ÖZELLİKLERİ



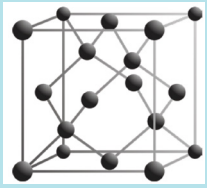
Karbon atomu 2. periyot 4A grubunda yer alır. 4 tane değerlik elektronuna sahiptir.

Karbon atomu; değerlik elektronlarını ortaklaşa kullanarak tekli, ikili veya üçlü bağlar oluşturur.

KARBONUN ALLOTROPLARI

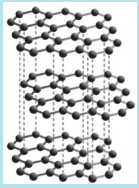
Bir elementin atomlarının uzayda farklı sayı ve şekilde dizilmesi sonucunda oluşan yapılara "allotrop" denir.

ELMAS



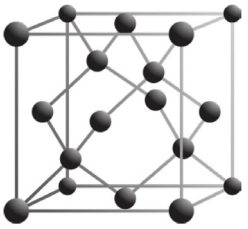
- Serttir.
- Isıyı iletir, elektriği iletmez.

GRAFİT



- Yumuşaktır.
- Isıyı ve elektriği iletir.

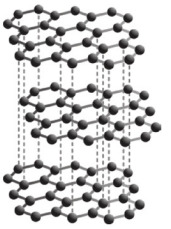
Aynı elementin atomlarından oluşmasına rağmen allotropların kimyasal özelliklerinin bazıları, fiziksel özelliklerinin tamamı farklıdır.



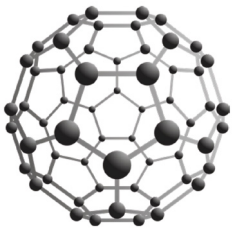
ELMAS

Elmasta her karbon atomu, birer kovalent bağla çevresindeki dört karbon atomuna bağlanarak düzgün dört yüzlü yapı oluşturur. Elmas bilinen en sert maddelerden biridir, bu nedenle cam ve beton kesme gibi işlemlerde kullanılan aletlerin yapımında kullanılır. Elmas elektriği iletmez, ısıyı iletir.

Grafitte her karbon atomu, çevresindeki üç karbon atomuna kovalent bağla bağlanarak tabakalar hâlinde altıgen halkalar oluşturur ve bu tabakalar birbirine zayıf etkileşimlerle tutunur. Yapısında bulunan pi bağlarındaki elektronların hareketinden dolayı ısı ve elektriği iletir. Makine yağı yapımında, metallerin dökümü için kalıp olarak, kalem uçlarında ve endüstride elektrik iletkeni olarak kullanılır.



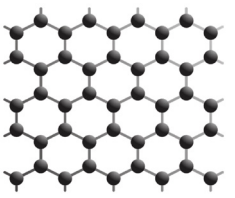
GRAFİT



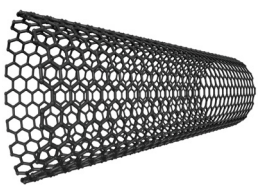
FULLEREN

Fulleren çok sayıda karbon atomunun bir araya gelmesiyle oluşur. İçi boş, küresel yapıdadır. Karbon atomları beşgen, altıgen ve yedigen halkalar olarak dizilebilir. Top, tüp, çubuk ve halka şeklinde sınıflandırılabilir. Süper iletken olarak, HIV virüsünün teşhisinde, kanser tedavisinde ilaç taşıyıcı sistem olarak, hidrojenin yakıt olarak depolanmasında ve güneş pillerinin yapımında kullanılır. Isı ve elektriği iletir.

Grafen, grafiti oluşturan tabakalardan birinin diğer tabakalardan ayrıştırılması ile elde edilir. Grafen iki boyutlu düzlem yapıdadır ve altıgen halkada her bir karbon atomu diğer üç karbon atomuna bağlıdır. Bilinen en ince ve en güçlü malzemedir. Güneş pillerinde, akıllı pencerelerin ve elektronik ekranların yapımında kullanılabilir. Elektrik ve ısı iletkenidir.



GRAFEN



KARBON NANOTÜP

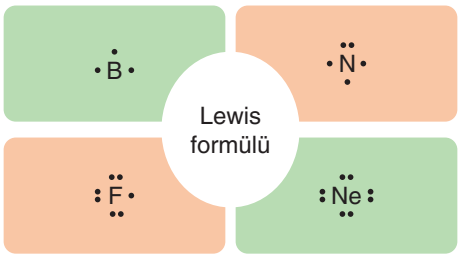
Karbon nanotüp, tek grafen tabakasının silindir oluşturacak şekilde kıvrılmasıyla meydana gelir. Karbon nanotüpler tek duvarlı veya iç içe geçmiş tüpler şeklinde olabilir. Gaz dedektörlerinin yapımında, hidrojen depolamada, nanoteks adlı kumaşların üretiminde kullanılmaktadır. Isı ve elektriği iletir.

Kovalent Bağlı Türlerin Lewis Formülleri

Bir elementin son katmanındaki elektronlara "değerlik elektronları" denir.

Değerlik elektronlarının atomun sembolü etrafında nokta ile gösterilmesine "Lewis yapısı" ya da "Lewis formülü" denir.

Kimyasal bağlanmada bu elektronlar rol oynar.

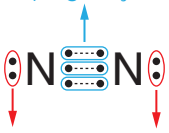


Bağ oluşumuna katılan elektronlara "ortaklanmış (bağlayıcı) elektron" denir.

Bir bağ ortaklaşa kullanılan iki elektrondan oluştuğundan bağı oluşturan elektronlar "bağlayıcı elektron çifti" şeklinde ifade edilir.

Molekülde bağ oluşumuna katılmayan elektronlara "ortaklanmamış elektron", bu elektronlar çift hâlinde bulunuyorsa "ortaklanmamış elektron çifti" denir.

Ortaklanmış elektron çiftleri (Bağ oluşumuna katılan 3 çift elektron)



Ortaklanmamış elektron çifti
(Bağ oluşumuna katılmayan 2 çift elektron)

Moleküler Bileşiklerin Lewis Formülleri

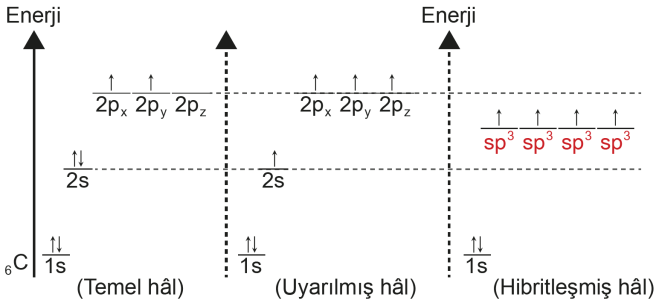
Lewis yapıları çizilirken izlenmesi gereken adımlar şunlardır:

1. Yapıyı oluşturan atomların değerlik elektron sayıları toplanarak toplam değerlik elektronu sayısı bulunur.
2. Genellikle fazla sayıda bağ yapan atom merkeze, az sayıda bağ yapan ise uç atom olarak merkez atomun etrafına yazılır.
3. Moleküldeki atomlar tekli kovalent bağla bağlanarak uygun iskelet yapısı oluşturulur.
4. Toplam değerlik elektron sayısından bağ elektronlarının sayısı çıkarılır. Kalan elektronlarla önce uç atomların dublet ya da oktetleri tamamlanır, geriye kalan elektron varsa bunlar da merkez atomlara yerleştirilir.
5. Merkez atomların okteti ikili veya üçlü bağlar oluşturularak tamamlanır.

HİBRİTLEŞME - MOLEKÜL GEOMETRİLERİ

Hibritleşme

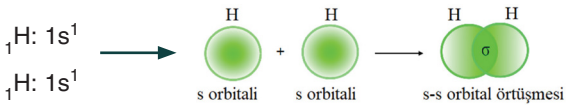
Aynı enerji düzeyinde bulunan farklı orbitallerin kendi aralarında örtüşerek eş enerjili yeni orbitaller oluşturmasına "hibritleşme (melezleşme)", oluşan yeni orbitallere ise "hibrit (melez) orbital" denir.



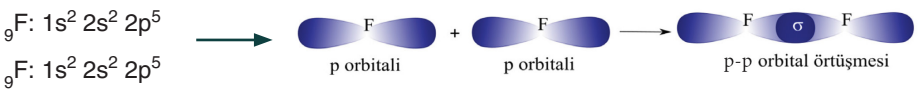
Karbon atomunun temel, uyarılmış ve hibritleşmiş hâl orbitallerinin enerji seviyeleri.

Bazı moleküllerin oluşumu sırasında meydana gelen orbital örtüşmeleri:

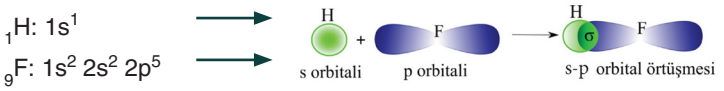
H_2 Molekülü: Yarı dolu s orbitalleri uç uca örtüşerek bir kovalent bağ oluşturur.



F_2 Molekülü: Yarı dolu p orbitalleri uç uca örtüşerek bir kovalent bağ oluşur.

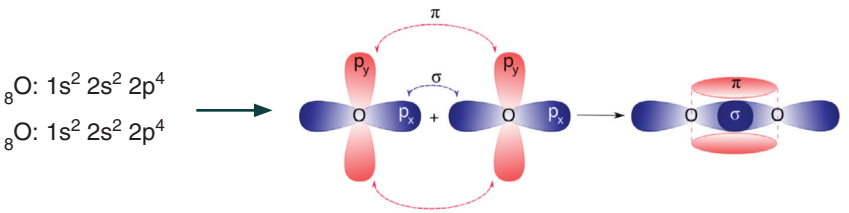


HF Molekülü: H atomunun yarı dolu 1s orbitali ile F atomunun yarı dolu 2p orbitali uç uca örtüşerek bir kovalent bağ oluşur.



İki orbitalin uç uca gelerek örtüşmesiyle oluşan bağlara "sigma (σ) bağı" denir.

O_2 Molekülü: İki O atomunun birbirine dik konumdaki yarı dolu 2p orbitallerinden birer tanesi uç uca örtüşür. Oluşan sigma bağına dik konumdaki diğer yarı dolu p orbitalleri yan yana örtüşerek iki O atomu arasında ikinci kovalent bağı oluşturur.



Düzlemin altında ve üstünde bulunan p orbitallerinin düzleme dik şekilde birbiriyle yan yana örtüşmesiyle oluşan bağa "pi (π) bağı" denir.

DİKKAT

Atomlar arasında oluşan ikinci ve üçüncü bağlar yalnızca hibritleşmeye katılmayan p orbitalleriyle oluşur.

Sigma (σ) ve Pi (π) Bağı

- İki atom arasında oluşan ilk bağ her zaman sigma bağıdır. İki bağ oluşuyorsa biri sigma, diğeri pi bağıdır. Üçlü bağ oluşuyorsa birinci bağ sigma, diğer iki bağ pi bağıdır.
- Karbon atomunda pi bağlarını oluşturan orbitaller hibritleşmeye katılmaz.
- Sigma bağları; pi bağlarına göre daha kısa, daha sağlam ve bağ enerjileri daha yüksektir.
- Kimyasal tepkimelerde pi bağları önce kopar.

- Karbon atomu 4 tane sigma bağı yapmışsa hibritleşme türü sp^3tür.
- Karbon atomu 3 tane sigma, 1 tane pi bağı yapmışsa hibritleşme türü sp^2dir.
- Karbon atomu 2 tane sigma, 2 tane pi bağı yapmışsa hibritleşme türü sp'dir.

Molekül Geometrisi

Değerlik Katmanı Elektron Çifti İtme Kuramı'na (VSEPR) göre molekülde ortaklanmış elektronlar ile ortaklanmamış elektron çiftlerinin birbirinden olabildiğince uzak konumlarda bulunması gerekir ve bu durumdaki atomların konumuna göre molekül geometrisi belirlenir.

Moleküllerin VSEPR gösteriminde kullanılan;

A: Merkez atomu,

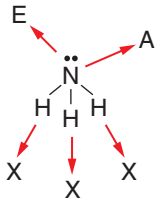
X: Merkez atoma bağlı diğer atomları,

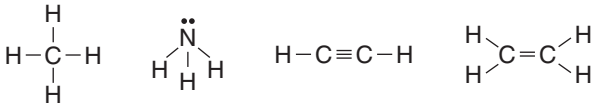
E: Merkez atomdaki ortaklanmamış elektron çiftlerini

sembolize eder.

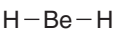
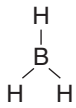
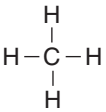
DİKKAT

İki atomlu moleküllerin geometrik şekli doğrusaldır. İki atomlu moleküllerde merkez atom, hibritleşme, bağ açısı ve VSEPR gösterimi söz konusu değildir.



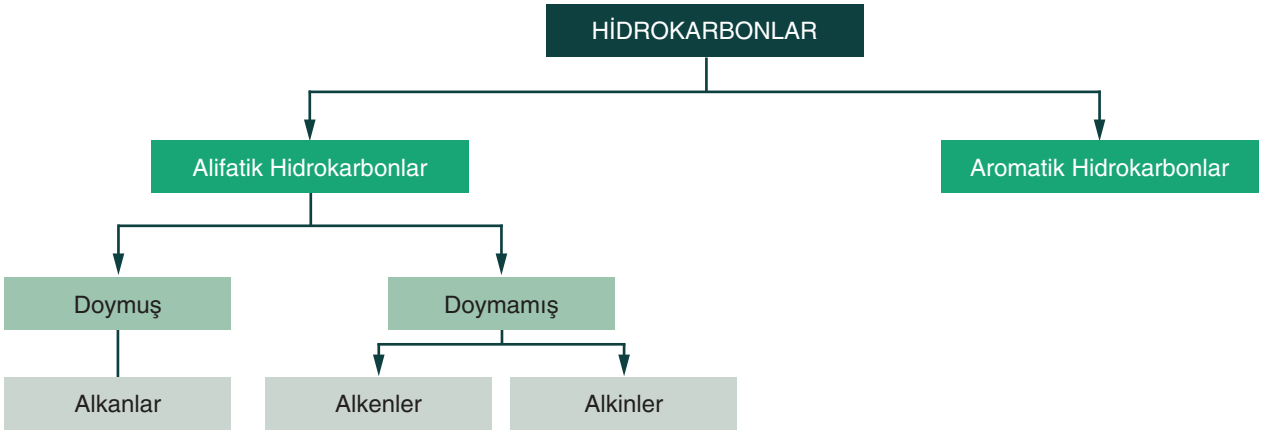


VSEPR gösterimi: AX_4 AX_3E AX_2 AX_3

Grup	Bileşik	Molekül Şekli ve Geometrisi	Bağ Açısı	Molekülün Polarlığı	VSEPR Gösterimi	Hibritleşme Türü
1A	LiH	Doğrusal	–	Polar		–
2A	BeH_2	 Doğrusal	180°	Apolar	AX_2	sp
3A	BH_3	 Düzlem Üçgen (Üçgen Düzlem)	120°	Apolar	AX_3	sp^2
4A	CH_4	 Düzgün Dörtyüzlü	109,5°	Apolar	AX_4	sp^3
5A	NH_3	Üçgen Piramit	107°	Polar	AX_3E	sp^3
6A	H_2O	Açısal (Kırık Doğru)	104,5°	Polar	AX_2E_2	sp^3
7A	HF	Doğrusal	–	Polar		–

HİDROKARBONLAR VE SINIFLANDIRILMASI

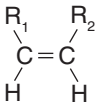
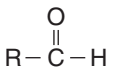
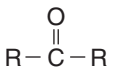
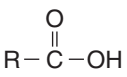
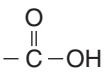
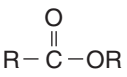
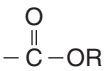
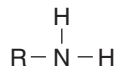
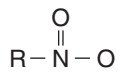
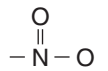
- Karbon ve hidrojen organik bileşiklerin temel elementleridir.
- Yapısında sadece karbon ve hidrojen atomları bulunduran bileşiklere **hidrokarbonlar** denir (Örneğin CH_4, C_2H_6, C_2H_2, C_6H_6...).
- Yapısında karbon ve hidrojenin yanı sıra başka elementler de bulunan organik bileşiklere **heteroatom içeren bileşikler** denir (Örneğin CH_2Cl_2, C_2H_5OH, $C_2H_5NH_3$,...).
- Hidrokarbonlar, aromatik ve alifatik olmak üzere iki ana gruba ayrılır.
- Yapısında benzen halkası bulunanlar **aromatik hidrokarbon**, bulunmayanlar **alifatik hidrokarbon**dur.
- Alifatik hidrokarbonların da doymuş ve doymamış olmak üzere iki türü mevcuttur.
- Hidrokarbonu oluşturan karbon atomları sadece sigma bağı bulunduruyorsa **doymuş**, pi bağı da içeriyorsa **doymamıştır**. Doymuş hidrokarbonlar **alkan**lar, doymamış hidrokarbonlar **alken**ler ve **alkin**lerdir.



FONKSİYONEL GRUPLAR

- Bulunduğu organik bileşiğe belirli özellikler kazandıran ve tepkimelerinde etkin rol oynayan atom ya da atom gruplarına "**fonksiyonel gruplar**" denir.
- $-CH_3$ fonksiyonel grup değildir.
- $=$, $\equiv$, $-OH$, $-COOH$... fonksiyonel gruplardan bazılarıdır.
- Fonksiyonel grup yapıda birden fazla sayıda ve cinste olabilir (Polikarboksilik asitlerde birden fazla fonksiyonel grup vardır.).

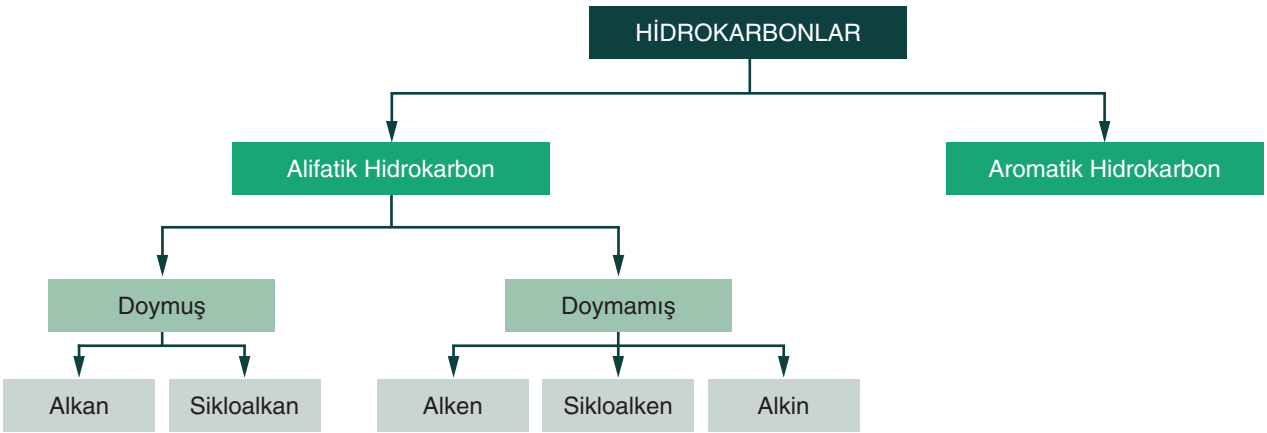
Fonksiyonel Grup	Adı
– F	Flor
– Cl	Klor
– Br	Brom
– I	İyot
$-NO_2$	Nitro
– OH	Hidroksi (Oksi)
$-NH_2$	Amino
– CN	Siyano (Nitril)
– OR	Alkoksi
$-C_6H_5$	Fenil

Organik Bileşik Sınıfı	Genel Formülü	Fonksiyonel Grup
Alken	 (C_nH_{2n})	
Alkin	$R_1-C\equiv C-R_2$ (C_nH_{2n-2})	$-C\equiv C-$
Alkil halojenür	$R-X$	$-X$ ($-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$)
Alkol	$R-OH$ $(C_nH_{2n+2}O)$	$-OH$
Eter	$R-O-R$ $(C_nH_{2n+2}O)$	$-O-$
Aldehit	 $(C_nH_{2n}O)$	
Keton	 $(C_nH_{2n}O)$	
Karboksilik asit	 $(C_nH_{2n}O_2)$	
Ester	 $(C_nH_{2n}O_2)$	
Amin		$-NH_2$
Nitro alkan		

PÜF NOKTA

- $-CH_3$ fonksiyonel grup değildir.
- İkili bağ ve üçlü bağ fonksiyonel gruptur.
- Fonksiyonel grup yapıda birden fazla sayıda ve cinste olabilir.

ORGANİK BİLEŞİKLER



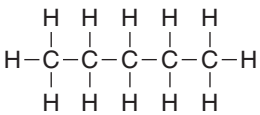
ALKAN (PARAFİN)

- Alkanların yapılarında sadece tekli bağlar (sigma bağı) vardır.
- Parafin de denilmektedir.
- Düz zincirli, dallanmış ve halkalı yapıda olabilir.
- Alkanların yapısındaki tüm karbonlar sp^3 hibritleşmesi yapmıştır.
- Alkanların genel formülü C_nH_{2n+2} şeklindedir.
- Halkalı alkanların genel formülü C_nH_{2n} şeklindedir.
- Bağ açıları 109,5°, geometrileri düzgün dörtyüzlüdür.
- VSEPR gösterimi AX_4 şeklindedir.

Alkanların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

- Apolar yapıdadır. Molekülleri arasında London kuvvetleri etkilidir. Alkanlarda karbon sayısı arttıkça kaynama noktası yükselir, dallanma arttıkça kaynama noktası düşer.
- İlk 4 üye standart şartlarda gaz, C_5-C_{17} sıvı, karbon sayısı 17'den fazla olanlar ise katıdır.
- Suda çözünmez. Karbon tetraklorür ve benzen gibi apolar çözücülerde çözünür.
- Karbon sayısı ardışık alkanlar arasında CH_2 kadar fark olduğundan homolog sıra oluşturur.
- Yapılarında yalnız σ bağı olduğundan kararlı yapıya sahiptir. Az sayıda tepkime verir.
- Kaynakları petrol ve doğal gazdır.
- Polimerleşmez.

ALKANLARDA ADLANDIRMA

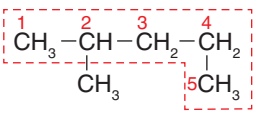
MOLEKÜL FORMÜLÜ	Bir moleküldeki tüm atomların sayısını gösterir.	C_5H_{12}
YAPI FORMÜLÜ (AÇIK FORMÜL)	Moleküldeki tüm bağların açık şekilde yazıldığı formüldür.	
YARI AÇIK FORMÜL	Karbon ve hidrojen atomları arasındaki bağların gösterilmediği formüldür.	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
SIKIŞTIRILMIŞ YAPI FORMÜLÜ	Bağların gösterilmediği formüldür.	$CH_3(CH_2)_3CH_3$

Sayı	Latince Okunuşu
1	Mono
2	Di
3	Tri
4	Tetra
5	Penta
6	Hekza
7	Hepta
8	Okta
9	Nona
10	Deka

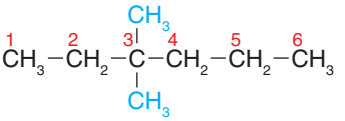
Karbon Sayısı	Formül	Adı
1	CH_4	Metan
2	C_2H_6	Etan
3	C_3H_8	Propan
4	C_4H_{10}	Bütan
5	C_5H_{12}	Pentan
6	C_6H_{14}	Hekzan
7	C_7H_{16}	Heptan
8	C_8H_{18}	Oktan
9	C_9H_{20}	Nonan
10	$C_{10}H_{22}$	Dekan

Alkanlardan bir hidrojen çıkarılması ile oluşan radikal gruba alkil denir. R- ile gösterilir. Alkanın adının sonundaki -an eki yerine -il eki getirilerek adlandırılır.	$-CH_3$ Metil $-C_2H_5$ Etil $-C_3H_7$ Propil $-C_4H_9$ Bütil
Ana zincirde dallanma yoksa n-alkan şeklinde adlandırılır. Normal alkan denir.	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ n-Bütan
Ana zincirin 2. karbonuna bir tane metil bağlı ise izo-alkan denir. Ana zincirin 2. karbonuna 2 tane metil bağlı ise neo-alkan denir.	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-CH_3$ İzopentan $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}}}-CH_3$ Neopentan

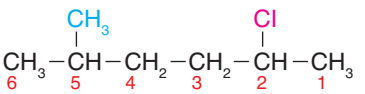
- En uzun karbon zinciri seçilir.
- Dallanma hangi uca daha yakınsa o uçtan itibaren küçük numaralar verilir.
- Bağlı gruplar 2 uca da aynı uzaklıkta ise alfabetik önceliğe göre numaralandırılır ve isimleri okunur.
- Sayılar arasına virgül, sayı ile harf arasına tire (-) konulur.
- Di, tri, sekonder ekleri alfabetik sırada dikkate alınmaz. İzo ve neo ekleri alfabetik olarak dikkate alınır.
- En son olarak en uzun zincire karşılık gelen alkanın adı yazılır.



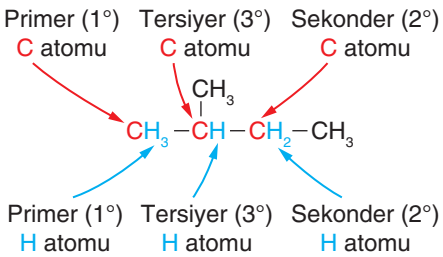
2-Metil pentan



3,3-Dimetil hekzan

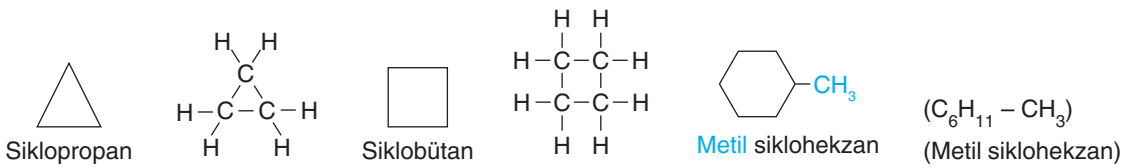
Alkanlara halojen (F, Cl, Br, I) bağlanması ile oluşan bileşiklere **haloalkan** denir.	 2-Kloro-5-metil hekzan

- Organik bileşiklerde,
- Karbon atomuna sadece başka bir karbon atomu bağlı ise **primer karbon atomu denir.**
- Karbon atomuna 2 karbon atomu bağlıysa **sekonder karbon atomu denir.**
- Karbon atomuna 3 karbon atomu **bağlıysa tersiyer karbon atomu** denir.



Karbon atomlarının halka oluşturacak şekilde dizilmesiyle oluşan alkanlara **halkalı alkanlar (sikloalkan)** denir.

Halkalı alkanların genel formülü C_nH_{2n} şeklindedir. Karbonların halka oluşturabilmesi için sayılarının en az 3 olması gerekir.



- Kapalı formülleri aynı, açık formülleri farklı bileşiklere **izomer bileşikler** denir.
- İzomer bileşiklerde kapalı formül, atom cinsi ve sayısı mol kütleleri ile atomların kütlece % bileşimleri aynıdır.
- Bileşiği oluşturan atomların dizilişinin farklı olmasıyla oluşan izomerliğe **yapısal izomerlik** denir.
- Yapı izomerlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri farklıdır.

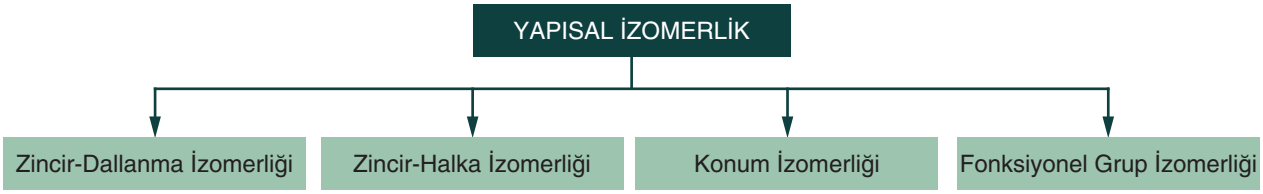
ORGANİK BİLEŞİKLERDE İZOMERİ

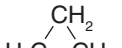
A- YAPISAL İZOMERLİK

- Zincir-Dallanma İzomerliği
- Zincir-Halka İzomerliği
- Konum İzomerliği
- Fonksiyonel Grup İzomerliği

B- STERO İZOMERLİK

- Geometrik İzomeri (Cis-Trans)
- Optik İzomeri



Zincir-Dallanma İzomerliği	Zincir-Halka İzomerliği	Konum İzomerliği	Fonksiyonel Grup İzomerliği
Aynı karbon sayılı hidrokarbonların düz zincirli hâlde yazılabildiği gibi dallanmış olarak da yazılmasıyla oluşan izomerliğe denir. (n-pentan-neopentan-izopentan)	Kapalı formülleri aynı olan organik bileşiklerin halkalı ya da düz zincirli yazılmasıyla oluşan izomerliğe denir. (Alken ve Sikloalkan)	Aynı fonksiyonel grubun farklı karbon atomuna bağlanması ile oluşan izomerliğe denir.	Kapalı formülleri aynı, fonksiyonel grupları farklı olan moleküller birbirinin fonksiyonel grup izomeridir. (Alkol ve Eter)
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ n-Pentan $CH_3-C(CH_3)(CH_3)-CH_3$ Neopentan	 Siklopropan $CH_2=CH-CH_3$ Propen	$CH_3-CH(Cl)-CH_3$ İzopropil klorür $CH_3-CH_2-CH_2-Cl$ n-Propil	CH_3-CH_2-OH Etil alkol CH_3-O-CH_3 Dimetil eter

ALKANLARIN KULLANIM ALANLARI

- Günümüzde daha çok yakıt olarak kullanılır.
- Suda çözünmediklerinden elma gibi meyvelerin yüzeyinde koruyucu etkiye sahiptir ($C_{29}H_{60}$).
- Renksiz, suda çözünmeyen bir gaz olan siklopropan cerrahide anestezik olarak kullanılmaktadır.
- Ham petrolün damıtılmasıyla elde edilen alkanlar çeşitli amaçlarla kullanılır.

Karbon sayısı	Ürün
C_3'e kadar	Doğal gaz, çakmak gazı
$C_5 - C_6$	Petrol eteri, çözücüler
$C_6 - C_7$	Ligroin, çözücüler
$C_5 - C_{10}$	Benzin
$C_{12} - C_{18}$	Kerosen – jet yakıtı
C_{12}' den fazlası	Gaz yağı, mazot
C_{20}'den fazlası	Yağlama yağı, mum, asfalt

- Alkanlar (özellikle hekzan) çözücü olarak yaygın kullanım alanına sahiptir.
- CH_3Cl (metil klorür) zehirli bir gazdır. Silikon polimerlerin üretiminde kullanılır.
- CH_2Cl_2 (Dikloro metan) oda şartlarında toksiktir. Metal ve tekstil sanayisinde kauçuk, fotoğraf filmi, sentetik lifler ve mürekkep üretiminde kullanılır.
- $CHCl_3$ (Kloroform), bayıltıcı olduğundan tıpta anestezik madde olarak kullanılır.
- Karbon tetraklorür (CCl_4) kuru temizlemede kullanılır. Yangın söndürme özelliği olduğu hâlde zehirli olduğundan bu amaçla kullanılamaz.

ALKANLARIN KİMYASAL REAKSİYONLARI

1. Yanma

- Alkanlar yakıldığında CO_2 ve H_2O oluşurken büyük miktarda ısı açığa çıkar.
- Alkanların karbon sayısı arttıkça açığa çıkan ısı miktarı artar.

Alkanların yanma tepkimelerinin genel denklemi şu şekildedir:

$$C_nH_{2n+2} + \left(\frac{3n+1}{2}\right)O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O + \text{ısı}$$

3. Kraking

- Katalizör kullanılırsa Katalitik Kraking

Katalizörsüz ise Termal Kraking

Alkanların parçalanmasıdır.

$$C_8H_{18} \xrightarrow{\text{Kraking}} C_4H_{10} + C_4H_8$$

2. Yer değiştirme (Sübstitüsyon)

- Halojen atomunun alkandaki hidrojen atomlarından biri ile yer değiştirdiği tepkimelere **yer değiştirme (sübstitüsyon) tepkimesi** denir.

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{Isı veya ışık (UV)}} CH_3Cl + HCl$$

Monokloro metan

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{\text{Isı veya ışık (UV)}} CH_2Cl_2 + HCl$$

Dikloro metan

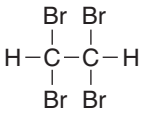
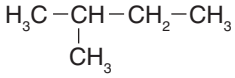
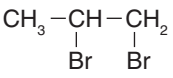
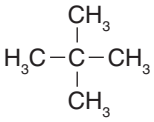
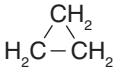
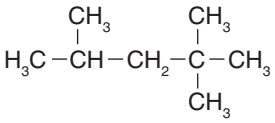
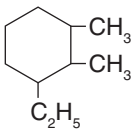
$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{Isı veya ışık (UV)}} CHCl_3 + HCl$$

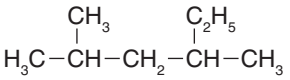
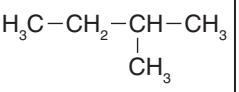
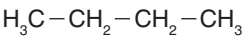
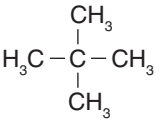
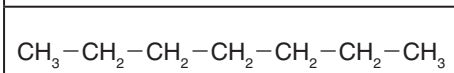
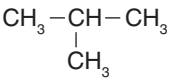
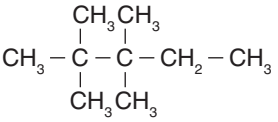
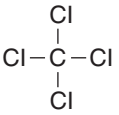
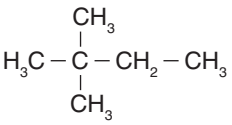
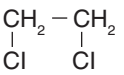
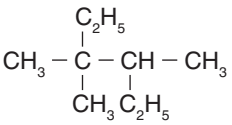
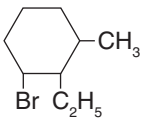
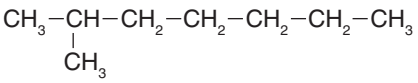
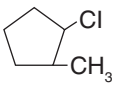
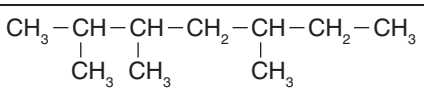
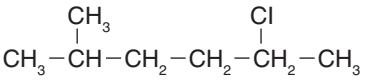
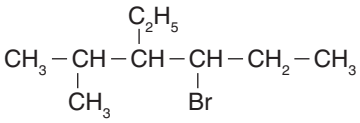
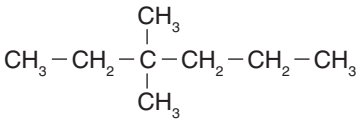
Trikloro metan (kloroform)

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{Isı veya ışık (UV)}} CCl_4 + HCl$$

Tetrakloro metan (karbon tetraklorür)

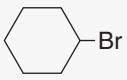
ALKAN VE TÜREVLERİ ADLANDIRMA ÖRNEKLERİ

BİLEŞİK	OKUNUŞU	BİLEŞİK	OKUNUŞU
$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	n-Pentan		1,1,2,2-Tetrabromo etan
	İzopentan		1,2-Dibromo propan
	Neopentan		Siklopropan
	2,2,4-Trimetil pentan		1-Etil-2,3-dimetil siklohekzan

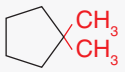
BİLEŞİK	OKUNUŞU	BİLEŞİK	OKUNUŞU
	2,4-Dimetil hekzan		2-Metil bütan
	n-Bütan		Tetrametil metan
	n-Heptan		İzobütan
	2,2,3,3-Tetrametil pentan		Karbon tetraklorür
	Neohekzan		1,2-Dikloro etan
	3,3,4-Trimetil hekzan		1-Bromo-2-etil-3-metil sikloheksan
	İzooktan		1-Kloro-2-metil siklopentan
	2,3,5-Trimetil heptan	$CHCl_3$	Kloroform
	2-Kloro-5-metil hekzan		
	4-Bromo-3-etil-2-metil hekzan		
	3,3-Dimetil hekzan		

PÜF NOKTA

- Alkanların genel formülleri C_nH_{2n+2}'dir. Halkalı alkanlarda ise halkadan dolayı iki tane hidrojen atomu eksilir ve genel formül C_nH_{2n} şeklinde olur.
- Alkanların adlandırılmasında seçilen en uzun zincire **ana zincir** denir. Ana zincir dışında kalan gruplara **yan grup** ya da **dal** denir.
- Halka üzerinde tek bir grup bağlı ise dalın yerini belirtmeye gerek yoktur. Aynı halkada iki grup varsa bu grupların yerini belirtmek gerekir.

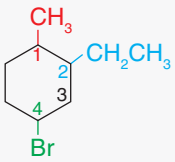


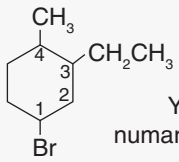
Bromo siklohekzan



1,1-Dimetil siklopentan

- Halkada birden fazla grup varsa dalların bağlı olduğu karbonların numaralarının toplamı en küçük olacak şekilde numaralandırılır.

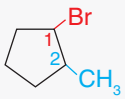




Yanlış numaralandırma

4-Bromo-2-etil-1-metil siklohekzan

- Yan grupların numaralarının toplamı aynı oluyorsa alfabetik olarak daha öncelikli grubun bağlı olduğu karbona 1 (bir) rakamı verilir.

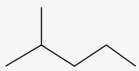
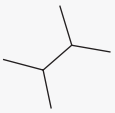


1-Bromo-2-metil siklopentan

- Alkanlarda karbon sayısı (mol kütlesi) arttıkça erime ve kaynama noktası artar, buhar basıncı azalır.

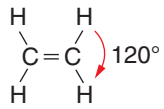
Adı	Formülü	Kaynama Noktası (°C)
Metan	CH_4	–164
Etan	CH_3CH_3	–88
Propan	$CH_3CH_2CH_3$	–42
Bütan	$CH_3(CH_2)_2CH_3$	–0,5
Pentan	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	36
Hekzan	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	69

- Aynı karbon sayılı alkanlarda dallanma arttıkça temas yüzeyi azalacağı için erime ve kaynama noktası azalır, buhar basıncı artar.

Molekül	Erime Noktası (°C)	Kaynama Noktası (°C)
n-Hekzan	–95	69
 2-Metil pentan	–154	60
 2,3-Dimetil bütan	–129	58

ALKENLERİN (OLEFİNLER) ÖZELLİKLERİ

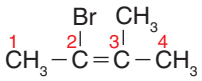
- Yapısında en az bir tane ikili bağ bulunduran hidrokarbonların genel formülü C_nH_{2n}'dir.
- En az bir tane π (pi) bağı içerir.
- Doymamış hidrokarbonlardır.
- En basit üyesi C_2H_4 (eten, etilen)'dir.



- VSEPR gösterimi AX_3'tür, karbon atomları sp^2 hibritleşmesi yaptığından düzlem üçgen geometriye sahiptir.
- Apolar yapıda olduklarından suda çözünmez.
- Karbon sayıları arttıkça London kuvvetleri artacağından kaynama noktaları yükselir.
- Yapılarındaki ikili bağ alkenlere reaktif özellik kazandırır. Katılma ve polimerleşme tepkimesi verir.
- Homolog seri oluşturur.
- Düz zincirli veya dallanmış olabilir.
- İki tane çift bağ içeren alkadienlerin genel formülü C_nH_{2n-2}'dir. Bunlar alkinlerle izomerdir.

ADLANDIRMA

- IUPAC kurallarına göre üzerinde çift bağı taşıyan en uzun karbon zinciri seçilir. Çift bağın yakın olduğu uçtan başlanarak numaralandırılır.
- Bağlı grupların yeri ve adı okunduktan sonra ikili bağı taşıyan karbonlardan küçük olanın numarası yazılıp en uzun karbon zincirine karşılık gelen alkanın adının sonundaki -an eki kaldırılıp -en veya -ilen eki getirilir.



2–Bromo–3-metil–2-büten

- Alkenlerin bir hidrojen eksik şekline "alkenil" denir.

$CH_2 = CH -$	Etenil (vinil)
$- CH = CH - CH_3$	1-Propenil
$CH_2 = CH - CH_2 -$	2-Propenil (Allil)

ALKENLERİN KİMYASAL REAKSİYONLARI

1. Yanma

$$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O + \text{ısı}$$

2. Katılma

a. Apolar reaktiflerin katılması: Çift bağ karbonlarına katılır ve bağ sayısı teke iner.

H_2 katılması ile alkan oluşur.

$$H_2C = CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3 - CH_3$$

Etilen — Etan

Br_2 katılması ile bromun kızıl kahve rengi kaybolur.

$$H_2C = CH_2 + Br_2 \longrightarrow H_2C(Br) - CH_2(Br)$$

Etilen (eten) — 1,2-Dibromo etan

b. Polar reaktiflerin katılması: Katılma Markovnikov Kuralı'na göre yapılır. Polar reaktifin pozitif (+) ucu asimetrik alkende çift bağı taşıyan karbonlardan hidrojence zengin olana bağlanır. Negatif (–) grup hidrojence fakir karbona bağlanıp bağ sayısı teke iner. Alken simetrik ise kurala gerek kalmaz.

$$H_2C = CH_2 + HCl \longrightarrow H_3C - CH_2Cl$$

Simetrik alken — Polar reaktif

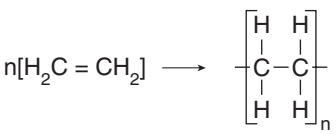
Asimetrik alken — Malkovnikov katılma ürünü

$$H_2C = CH_2 + HOH \longrightarrow H_3C - CH_2OH$$

Alkenlere su katılarak alkoller elde edilir.

3. Polimerleşme

Çift bağın uygun koşullarda katalizör yardımıyla açılarak çok sayıda alkenin birbirine bağlamasına **polimerleşme**, oluşan ürüne de **polimer** denir.



Etilen — Polietilen (PE)

PVC ve Teflon da polimerleşme ürünüdür.

İZOMERİ

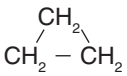
- Alkenlerde çift bağın yerinin değiştiği izomerler vardır.

$CH_3-CH=CH-CH_3$ 2-Büten

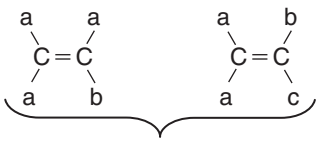
$CH_3-CH_2-CH=CH_2$ 1-Büten

- Üç karbonludan itibaren alkenler, siklo alkanlarla izomerdir.

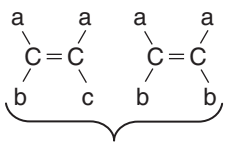
$CH_3-CH=CH_2$ Propen

 Siklopropan

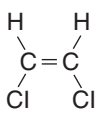
- Atomların bağlanma şekilleri aynı, uzayda yöneliş şekilleri farklı olan izomerlere "stereoizomerler" denir. Geometrik izomeri bir çeşit stereoizomerliktir.
- Geometrik izomeri, cis-trans izomerliğidir. Bu izomeri alkenlerde görülür. İkili bağ, bileşiğin bağ eksenleri etrafında dönmesini engeller.
- Alkenlerde ikili bağın karbonlarına bağlı gruplar; düzlemin aynı tarafında ise cis, farklı tarafında ise trans olarak adlandırılır.
- Alken molekülünde çift bağ taşıyan karbon atomlarından birine aynı iki grup bağlı ise cis-trans izomeri gözlenmez.



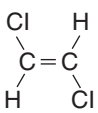
Cis-trans izomeri yok



Cis-trans izomeri gösterir



Cis-1,2-dikloro eten
Polar
KN = 60 °C



Trans-1,2-dikloro eten
Apolar
KN = 47 °C

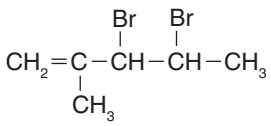
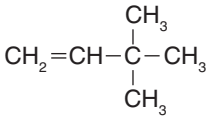
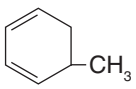
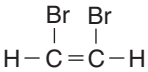
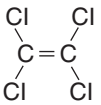
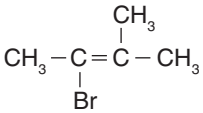
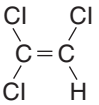
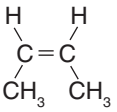
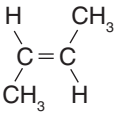
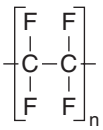
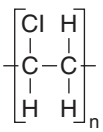
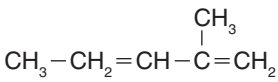
Kullanım alanları

- Etilen, muz gibi meyvelerin olgunlaştırılmasında kullanılır.
- Etenin türevleri olan trikloroeten ve tetrakloroeten (perkloroeten) yağ çözme özelliğinden dolayı kuru temizlemede yaygın olarak kullanılır.

DİKKAT

Trans izomerler cis izomerlere göre daha kararlıdır.

ALKEN VE TÜREVLERİ

Bileşik	Okunuşu
	3-4-Dibromo-2-metil-1-penten
	3,3-Dimetil-1-büten
	5-Metil-1,3-hekzadien
	Kloro eten (Vinilklorür)
	1-2-Dibromo eten
	Tetrakloro eten
$CH_2=CH-CH=CH-CH=CH_2$	1,3,5-Hekzatrien
$CH_3-CH=CH_2$	Propilen (Propen)
	2-Bromo-3-metil –2-büten
	Trikloro eten
	Cis-2-büten
	Trans-2-büten
	Politetrafloro etilen (PTFE) (TEFLON)
	Polivinil klorür (PVC)
	2-Metil-1,3-pentadien
$CH_2=CH-CH_2-CH_3$	1-Büten
$CH_3-CH=CH-CH_3$	2-Büten

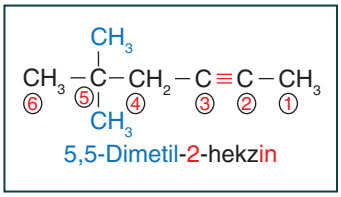
- Yapısında en az bir tane üçlü bağ bulunduran hidrokarbonlardır.
- Yapısında birden fazla üçlü bağ bulunduran alkinlere **polialkin** denir.
- Genel formülleri C_nH_{2n-2}'dir.
- En az iki tane π (pi) bağı içerir.
- Grubun ilk üyesi iki karbonludur.

$$H-C\equiv C-H$$
$$180^\circ$$

- Asetilen VSEPR gösterimi AX_2'dir. Karbon atomları sp hibritleşmesi yapmıştır.
- Asetilenden bir hidrojen eksik yapı etinil $H-C\equiv C-$ olarak adlandırılır.
- Homolog seri oluşturur.
- Apolar yapıda olduklarından suda çözünmez.
- Karbon sayısı arttıkça kaynama noktaları da artar.

- $R-C\equiv C-H$ ile asetilen, uç alkindir. Bu yapıda üçlü bağın hidrojenleri asidik özellik gösterir.
- $R-C\equiv C-R$ iç alkindir.

ADLANDIRMA VE İZOMERİ

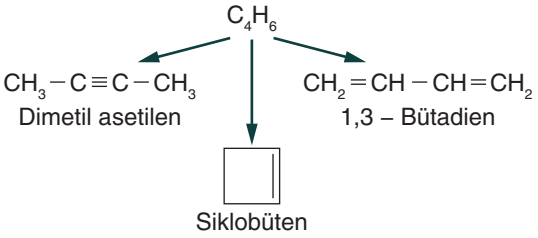
- IUPAC'a göre en uzun karbon zinciri seçilip üçlü bağın yakın olduğu uçtan başlanarak numaralandırılır. Bağlı gruplar okunduktan sonra en uzun zincire karşılık gelen alkanın –an eki yerine –in eki getirilir.
- 

- Alkinlerin özel adlandırması asetilene göre yapılır.

Alkil + alkil + asetilen

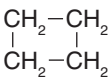
$CH_3-C\equiv C-C_2H_5$
Etil metil asetilen

- Aynı karbonlu alkinler, dienler ve siklo alkenler izomerlerdir.



SİKLOALKAN

C_4H_8

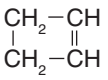


Alkenlerle izomerdir.

$(CH_3-CH=CH-CH_3)$

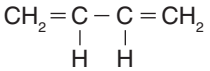
SİKLOALKEN

C_4H_6



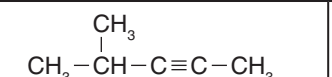
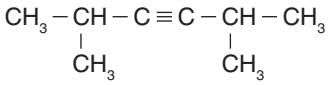
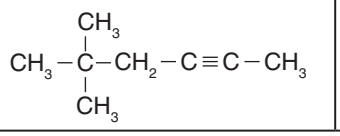
Alkinlerle ve dienlerle izomerdir.

$(CH_3-C\equiv C-CH_3)$



ALKİNLER VE TÜREVLERİ

Bileşik	Okunuşu
$H-C\equiv C-CH_3$	Metil asetilen
$H-C\equiv C-C_3H_7$	Propil asetilen
$H-C\equiv C-CH=CH_2$	Vinil asetilen
$CH_3-C\equiv C-CH_3$	Dimetil asetilen
$CH\equiv C-CH_2-CH_3$	1-Bütin
$CH\equiv C-C\equiv CH$	1,3-Bütadiin
$CH\equiv C-CH_2-C\equiv C-C\equiv CH$	1,3,6-Heptatriin

Bileşik	Okunuşu
	4-Metil-2-pentin
	Diizopropil asetilen
	5,5-Dimetil-2-hekzin

ASETİLEN ($H-C\equiv C-H$)

- Alkinlerin ilk üyesidir.
- Oda şartlarında gaz hâlindedir.
- Çabuk alev alıp yüksek derecede ısı verdiğinden metallerin kaynak işlerinde kullanılır.

DİKKAT

Kararsız ve patlayıcı olduğundan yüksek basınçta sıvılaştırılmamalıdır.

Asetilen eldesi:

$CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(g)$

Kireç taşı

$CaO(k) + 3C(k) \rightarrow CaC_2(k) + CO(g)$

Karpit

$CaC_2(k) + 2H_2O(s) \rightarrow CH\equiv CH + Ca(OH)_2(suda)$

Asetilenin Kimyasal Reaksiyonları

1. H_2 katılması:

$CH\equiv CH + H_2 \xrightarrow{Pd} CH_2=CH_2$

Eten

$CH\equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3-CH_3$

Etan

2. Halojen katılması:

$H-C\equiv C-H + Br_2(suda) \rightarrow H-\underset{\displaystyle Br}{\overset{\displaystyle Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}=\underset{\displaystyle Br}{\overset{\displaystyle Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-H$

Kızıl kahve — Renksiz

$H-C\equiv C-H + 2Br_2(suda) \rightarrow H-\underset{\displaystyle Br}{\overset{\displaystyle Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-\underset{\displaystyle Br}{\overset{\displaystyle Br}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-H$

Kızıl kahve — Renksiz

DİKKAT

Üçlü bağ (≡), ikili bağdan (=) daha kararlı olduğundan alkillerin katılma tepkimeleri alkenlere göre daha yavaştır.

3. Halojen asidi katılması:

Markovnikov Kuralı geçerlidir.

$CH\equiv CH + HCl \rightarrow H_2C=CHCl$

Vinil klorür

4. Su katılması:

$CH\equiv CH + H_2O \rightarrow \underset{\displaystyle OH}{\overset{}{\underset{|}{CH_2=CH}}} \rightleftarrows CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{CH}}$

Enol (Karasız) — Asetaldehit (Kararlı)

3 ve daha fazla karbonlu alkinlere su katılırsa keton elde edilir.

$CH_3-C\equiv CH + H_2O \rightarrow CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\overset{}{\underset{|}{C}}}=CH_2 \rightleftarrows CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

Enol (Karasız) — Keton

5. Polimerleşme:

$3(CH\equiv CH) \xrightarrow{600\ ^\circ C}$

Benzen

$CH\equiv CH + HCl \rightarrow CH_2=CHCl$

$n[CH_2=CHCl] \rightarrow -\left[\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}\right]_n-$

6. Yer Değiştirme:

Asetilen, Tollens ve Fehling ayıraçları ile darbelere dayanıksız, patlayıcı metal asetilenür tuzlarını oluşturur.

$CH\equiv CH + 2Ag(NH_3)_2^+ \rightarrow Ag-C\equiv C-Ag + 2NH_3 + 2NH_4^+$

Beyaz çökelek

$CH\equiv CH + 2Cu(NH_3)_2^+ \rightarrow Cu-C\equiv C-Cu + 2NH_3 + 2NH_4^+$

Kırmızı çökelek

HATIRLAYALIM

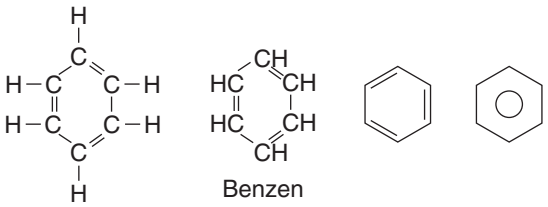
ASETİLEN üçlü bağ (≡) içerir.

PROPİLEN üçlü bağ içermez.

PÜF NOKTA

- $R-C\equiv C-H$ ile asetilen, uç alkindir. Bu yapıda üçlü bağın hidrojenleri asidik özellik gösterir.
- $R-C\equiv C-R$ iç alkindir.
- Aynı karbonlu alkinler, dienler ve siklo alkenler izomerlerdir.
- Asetilene palladyum (Pd) katalizörlüğünde 1 mol H_2 katılırsa alken, platin (Pt) katalizörlüğünde 2 mol H_2 katılırsa alkan elde edilir.
- Asetilen ve uç alkinler Tollens ayıracı ile beyaz çökelek, Fehling ayıracı ile kırmızı çökelek oluşturur.

- Arenler olarak bilinir.
- Kendilerine has kokuları olan bu bileşiklere güzel kokulu anlamına gelen **aromatik bileşikler** denir.
- Benzen (C_6H_6) grubun ilk üyesidir.



Benzen

- Benzendeki π bağları sürekli yer değiştirir. Bu duruma **rezonans** denir. İlk olarak August Kekulé tarafından açıklanmıştır.

Benzenin Kekulé Yapısı

Benzen bu kararlı yapısından dolayı doymamış bir bileşik olduğu hâlde katılma reaksiyonu vermez. Yer değiştirme reaksiyonu verebilir.

- Aromatik bileşiklerin büyük bölümünde benzen halkası bulunduğundan arenlere **benzen halkası içeren bileşikler** de denir.
- Aromatik bileşiklerden bir hidrojen çıkarılması ile elde edilen gruba **ARİL** denir.

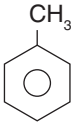
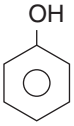
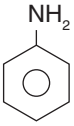
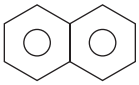
Benzen (Aren) C_6H_6 → Fenil (Aril) C_6H_5-

Toluen (Aren) $C_6H_5-CH_3$ → Benzil (Aril) $C_6H_5-CH_2-$

- IUPAC'a göre adlandırmada benzen halkasına tek grup bağlı ise:

Bağlı grup veya atom + Benzen

Bazı arenlerin yaygın olarak kullanılan adları da vardır.

			
Metil benzen (Toluen) $C_6H_6 - CH_3$	Hidroksi benzen (Fenol) $C_6H_6 - OH$	Amino benzen (Anilin) $C_6H_6 - NH_2$	Naftalin $C_{10}H_8$

- **Benzen**
  - Kolay tutuşur.
  - Oda şartlarında berrak görünümlü sıvıdır.
  - Kömür ve petrolün damıtılmasından elde edilir.
  - Zehirlidir. Kanserojendir.
  - Birçok aromatik bileşiğin sentezinde çıkış maddesidir.
  - Benzen kullanılarak, toluen, fenol, anilin, naftalin gibi pek çok madde elde edilir. Bu maddeler, boya, plastik, deterjan, patlayıcı, böcek ilacı, motor yakıtı üretiminde kullanılır.
  - Apolar maddeler için çok iyi bir organik çözücüdür.
  - Suda çözünmez.

- **Naftalin**
  - İki benzen halkasının kaynaşmasıyla oluşur.
  - Oda şartlarında beyaz, süblimleşen bir katıdır.
  - Yünlü kumaşların haşerelerden korunması ve lavabolardaki kötü kokuları gidermek için kullanılırlar.

- **Anilin**
  - Renksiz, yağ görünümünde, zehirli bir sıvıdır.
  - 182 °C sıcaklıkta kaynayan bazik bir maddedir. Boya, anilin, vernik, mürekkep, kauçuk ve lastik üretiminde kullanılır.

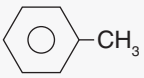
- **Toluen**
  - Renksiz, kendine has kokusu olan kolay tutuşabilen bir maddedir.
  - Plastik, ilaç, parfüm, boya ve patlayıcı (TNT = trinitrotoluen) üretiminde kullanılır.

- **Fenol**
  - Kendine has kokusu olan, zayıf asit özelliği gösteren bir sıvıdır.
  - Mikrop öldürücü özelliğinden dolayı antiseptik olarak kullanılmıştır.
  - Plastik, böcek ilacı, vernik ve boya üretiminde kullanılır.

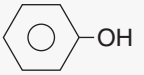
Her halkalı bileşik doymamış değildir!	
C_6H_6	C_6H_{12}
Benzen doymamıştır.	Siklohekzan doymuştur.

DİKKAT

Alifatik hidrokarbon

 Aromatik hidrokarbon

Aromatik hidrokarbon

 Aromatik ancak hidrokarbon değil

- Genel formülleri $C_nH_{2n+2}O$ olan monoalkoller sp^3 hibritleşmesi yapmış karbon atomuna hidroksil grubunun bağlanmasıyla oluşur.

CH_3-OH, $CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3$

- Hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomuna – OH veya farklı bir fonksiyonel grubun bağlı olduğu bileşikler alkol değildir.
- Monoalkoller (R – OH) sudaki hidrojen atomlarından birinin yerine alkil grubunun bağlanmasıyla oluşan bileşiklerdir.

- Alkoller, içerdikleri hidroksil grubu sayısına göre monoalkol ve polialkol olmak üzere ikiye ayrılır.

Alkoller

Monoalkoller ($C_nH_{2n+2}O$)

Yapısında bir tane –OH grubu bulundurur.

CH_3-OH

Metanol

C_2H_5-OH

Etanol

Polialkoller

Yapısında birden fazla –OH grubu bulunan alkollerdir.

Dioller ($C_nH_{2n+2}O_2$)

Yapısında iki tane –OH grubu bulunan alkollerdir.

$CH_2(OH)-CH_2(OH)$

Etandiol

Trioller ($C_nH_{2n+2}O_3$)

Yapısında üç tane –OH grubu bulunan alkollerdir.

$CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$

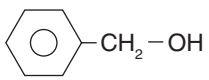
Propantriol

- Alkoller hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomuna göre 3'e ayrılır.

I. BİRİNCİL (PRİMER) ALKOLLER

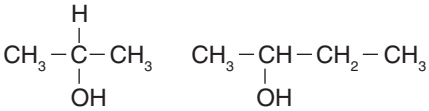
Hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomuna bir karbon atomu bağlıdır.

CH_3-OH, CH_3-CH_2-OH



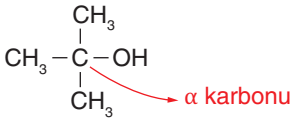
II. İKİNCİL (SEKONDER) ALKOLLER:

Hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomuna iki karbon atomu bağlıdır.



III. ÜÇÜNCÜL (TERSİYER) ALKOLLER:

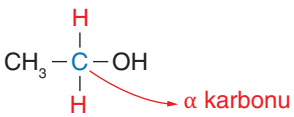
Hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomuna üç karbon atomu bağlıdır.



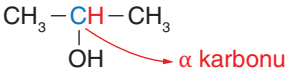
α karbonu, alkollerde –OH grubunun bağlı olduğu karbondur.

α karbonuna bağlı hidrojen sayısına göre alkoller üçe ayrılır.

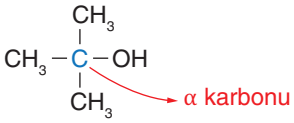
I. α karbonuna bağlı en az iki hidrojen atomu **PRİMER ALKOL**



II. α karbonuna bağlı bir hidrojen atomu **SEKONDER ALKOL**



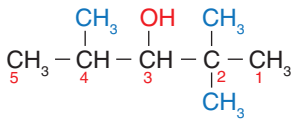
III. α karbonuna bağlı hidrojen bir atomu yoksa **TERSİYER ALKOL**



ADLANDIRMA VE İZOMERİ

- Hidroksil grubuna yakın uçtan itibaren en uzun karbon zinciri numaralanır. Bağlı grupların yeri ve adından sonra karşılık gelen alkanın adının sonuna –ol eki getirilir.

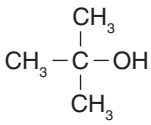
Alkan + ol C_2H_5-OH Etanol



2,2,4-Trimetil-3-pentanol

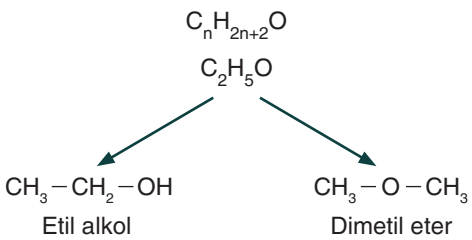
- Alkollerin yaygın adlandırılması yapılırken hidroksil grubunun bağlı olduğu alkilin adından sonra alkol kelimesi getirilir.

Alkil + ol C_2H_5-OH Etil alkol



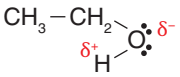
ter–Bütil alkol

- Monoalkoller aynı karbon sayılı eterler ile izomerdir. Alkollerin ilk üyesi olan metil alkolün izomeri olan bir eter yoktur.



ALKOLLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

- Alkoller polar moleküllerdir.



- Yoğun fazda molekülleri arasında hidrojen bağları bulunur.

  Hidrojen bağı, dipol-dipol çekimleri ile London çekimlerinden kuvvetli olduğu için aynı karbon sayılı alkan ve alkil halojenürlerden yüksek sıcaklıkta kaynarlar.

$$KN_{CH_3OH} > KN_{CH_3Cl} > KN_{CH_4}$$

- Monoalkollerde karbon sayısı arttıkça kaynama noktası yükselir.

$$KN_{C_3H_7OH} > KN_{C_2H_5OH}$$

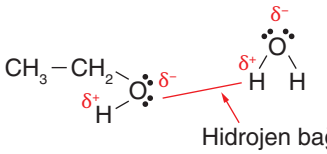
- Aynı karbon sayılı alkollerde, dallanma arttıkça London çekim kuvvetleri zayıflayacağından kaynama noktası düşer.

$$KN_{ter-Bütilalkol} < KN_{sec-Bütilalkol}$$

- Alkollerin yapısındaki hidroksil sayısı arttığında hidrojen bağı sayısı da artacağından kaynama noktası yükselir.

$$KN_{propanol} < KN_{gliserin}$$

- Alkoller su ile hidrojen bağı yaptıklarından suda iyi çözünürler.



- Alkoller suda moleküler olarak çözündükleri için çözeltileri elektrolit değildir. Bazik özellik göstermez.

ÖNEMLİ ALKOLLER

METANOL: CH_3–OH

- Alkollerin en basit üyesidir.
- 64,7 °C sıcaklıkta kaynar.
- Açık mavi alevle yanar.
- Odunun havasız ortamda ve yüksek sıcaklıkta damıtılmasıyla elde edildiğinden **odun alkolü** de denir.
- Çok zehirlidir. Az miktarı körlüğe, aşırısı ölüme sebep olur.
- Günümüzde alternatif yakıt çalışmalarının konusudur.

ETANOL: C_2H_5–OH

- 78 °C sıcaklıkta kaynar.
- Endüstri için önemli bir kimyasaldır. Benzinden düşük enerjiye sahiptir. Benzinle çeşitli oranlarda karıştırılarak kullanılır.
- Sağlık alanında lokal antiseptik olarak kullanılır. Cilt üzerindeki bakterileri %90'a kadar azaltır.
- İyi bir çözücü olan etanol; ilaç, parfüm ve kolonya üretiminde kullanılır.

Etil alkol eldesi:

- Şekerin fermantasyonu:

  $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Enzim}} 2C_2H_5OH + CO_2$

  (Glikoz)

- Asetaldehitin indirgenmesi:

  $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

  (Karpit)

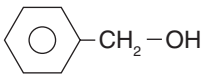
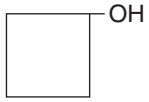
  $C_2H_2 + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4} CH_3CHO$

  $CH_3CHO + H_2 \rightarrow C_2H_5OH$

- Alkil halojenürlerin KOH veya NaOH ile tepkimesi

  $CH_3CH_2 - Cl + NaOH \rightarrow CH_3CH_2 - OH + NaCl$

ALKOLLERİN ADLANDIRILMASI

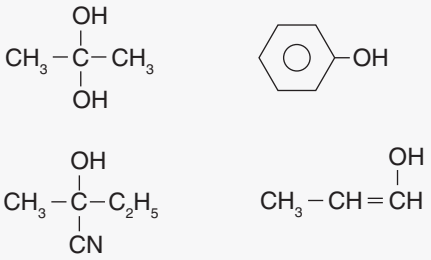
Bileşik	Okunuşu	Bileşik	Okunuşu
$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	1-Propanol	CH_3-CH_2-OH	Etil alkol
$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$	2-Propanol	$\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH_2}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH_2}}$	Propantriol (Gliserin)
	Benzil alkol	CH_3-OH	Metil alkol
$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-CH_3$	Sekonder bütil alkol	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-OH$	İzopropil alkol
$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{\vert}{C}}}}-CH_3$	Tersiyer pentanol	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-OH$	İzobütil alkol
$\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH_2}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH_2}}$	Etandiol (Glikol)	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{\vert}{C}}}}-OH$	Tersiyer Bütil alkol
	Siklobütil alkol	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-C\equiv C-CH_2-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{\vert}{CH}}-OH$	6-Metil-4-heptin-2-ol
$CH_3-C\equiv C-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$	3-Pentin-2-ol	$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{\vert}{CH}}-CH_2-OH$	2-Metil-1,4-pentandiol
$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$	2-Bütanol	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-CH_3$	2-Metil-3-pentanol
$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$	2,4-Dimetil-3-pentanol	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{\vert}{C}}}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$	2,2,4-Trimetil-3-pentanol
$CH_2=CH-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$	3-Büten-2-ol	$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-CH_3$	4-Metil-2,3,5-heptantriol

PÜF NOKTA

- Hidroksil grubunun bağlı olduğu karbon atomuna – OH veya farklı bir fonksiyonel grubun bağlı olduğu bileşikler alkol değildir.

DİKKAT

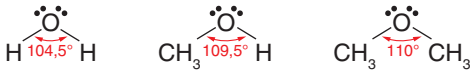
Aşağıdaki yapılar alkol değildir!



- Alkoller suda moleküler olarak çözündükleri için çözeltileri elektrolit değildir.
- Alkoller yapılarında –OH bulundurmasına rağmen bazik özellik göstermez.
- Monoalkoller aynı karbon sayılı eterler ile izomerdir. Alkollerin ilk üyesi olan metil alkolün izomeri olan bir eter yoktur.

ÖZELLİKLERİ

- Genel formülleri $C_nH_{2n+2}O$ olan bileşiklerdir.
- Su molekülündeki iki hidrojen atomunun aynı ya da farklı radikallerle yer değiştirmesi sonucunda oluşan maddelerdir. Bir kez alkillenmiş alkol veya iki kez alkillenmiş su olarak düşünülebilir.



- Polar bileşiklerdir molekülleri arasında dipol - dipol çekimleri etkindir.
- R – O – R' yapısındaki alkillere göre eterler ikiye ayrılır.

R = R' ise Simetrik (Basit) Eter	R ≠ R' ise Asimetrik (Karışık) Eter
$CH_3 - O - CH_3$	$CH_3 - O - C_2H_5$

- Molekülleri arasında hidrojen bağı oluşturamadıklarından kaynama noktaları aynı karbon sayılı alkollerden düşüktür.

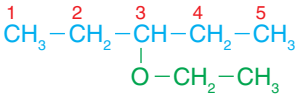
$$KN_{C_2H_5OH} > KN_{CH_3OCH_3}$$

- Suda iyi çözünür. Karbon sayıları arttıkça çözünürlükleri azalır.
- Renksiz, hoş kokulu ve uçucu bileşiklerdir.
- Yoğunlukları genellikle suyun yoğunluğundan düşüktür.
- Eterlerle alkoller arasında hidrojen bağı oluşabildiğinden birbiri içinde iyi çözünür.
- Eterlerin yapısındaki C – O bağı kolay kopmadığından seyreltik asitler, bazlar, yükseltgen ve indirgenlerle tepkime vermez. Bu inert yapıları sebebiyle organik reaksiyonlarda tercih edilen çözücülerdendir.
- Polarlıkları az olduğundan organik maddeler için iyi çözücülerdir.
- Bazı eterler, havadaki oksijenle birleşip patlayıcı peroksitlere dönüştüğünden laboratuvar çalışmalarında ortamdan uzaklaştırılmalıdır.
- Uçucu ve yanıcı bileşiklerdir.

ADLANDIRMA VE İZOMERİ

- Düşük karbon sayılı eterlerde sistematik adlandırma genellikle kullanılmaz. Uzun zincirlerde IUPAC adlandırma sistemi kullanılır.

Alkoksi (Küçük karbonlu alkil)	+	Alkan (Büyük karbonlu alkan)



3-Etoksi pentan

- Simetrik eterler: Dialkil + eter

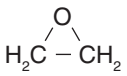
  Asimetrik eterler: Alkil + alkil + eter

  Adlandırmada alkil gruplarında alfabetik öncelik esastır.

  $CH_3-O-C_2H_5$: Etilmetil eter

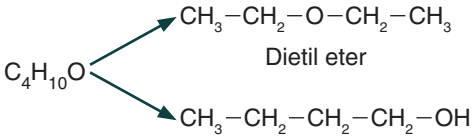
  CH_3-O-CH_3: Dimetil eter

- 3 halkalı eter:



Epoksit (C_2H_4O)

- Eterler, aynı karbon sayılı mono alkoller ile fonksiyonel grup izomerleridir.



ETERLERİN KULLANIM ALANLARI

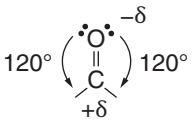
- Eterler organik bileşiklerin özütlenmesinde kullanılır. Özellikle dietil eter, bu işlem için çok elverişlidir. Düşük kaynama noktası sebebiyle özütten kolaylıkla uzaklaştırılıp damıtılarak kolay elde edilebilir.
- Eterler, çoğunlukla analitik kimya ve tıp alanında kullanılır.
- Dietil eterin (Lokman Ruhu) kaslar üzerinde gevşetici etkisi vardır. Ancak nabız, kan basıncı, solunum yolları ve mide üzerine olan olumsuz etkilerinden dolayı anestezide kullanımı azaltılmıştır.
- ter-Bütil metil eter (MTBE) sanayide benzinin oktan sayısını artırmak için kullanılır. Taşınma ve depolanması çevre kirliliğine sebep olabileceğinden son dönemde kullanılmamaktadır.

ETERLERİN ADLANDIRILMASI

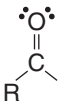
Bileşik	Okunuşu
CH_3-O-CH_3	Metoksi metan
$CH_3-O-CH_2-CH_3$	Metoksi etan
$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$	Etoksi etan
$C_2H_5-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	1-Etoksi bütan (Bütil etil eter)
$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-O-CH_3$	2-Metoksi propan (İzopropil metil eter)
$CH_3-\underset{\displaystyle O-CH_2-CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{\vert}{CH}}-CH_3$	2-Etoksi-3-metil-bütan
$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	1-İzopropoksi bütan (Bütil izopropil eter)
$CH_3-O-C_6H_5$	Metoksi benzen (Fenil metil eter)
$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle O-CH_2-CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-CH_3$	3-Etoksi pentan
$O-C_3H_7$	Propoksi benzen
$O-CH_3$, CH_3	1-Metil-1-metoksi siklohekzan

ALDEHİTLERİN ÖZELLİKLERİ

- Çift bağla birbirine bağlanmış karbon ve oksijen elementlerinden oluşan oksijenin üzerinde iki tane eşleşmemiş elektron bulunan gruba "karbonil grubu" denir. Bu grupta karbon atomu sp^2 hibritleşmesi yapmıştır.

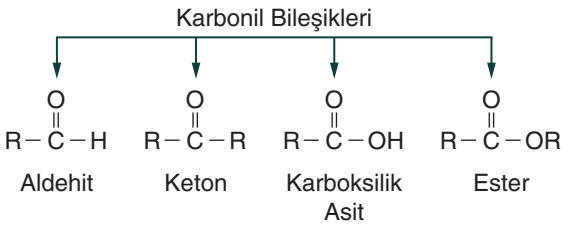


"Karbonil grubu"



"Açil grubu"

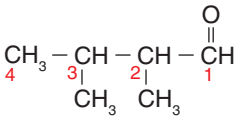
- Karbonil grubuna bir tane alkil grubu bağlanması ile oluşan gruba "açil grubu" denir. Karbonil ve açil grubuna farklı gruplar bağlanarak aşağıdaki bileşikler elde edilebilir.



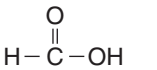
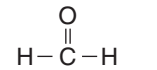
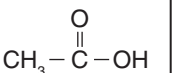
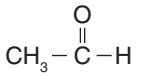
- Aldehitlerin genel formülü $C_nH_{2n}O$ şeklindedir.
- Aldehitlerin kendilerine has kokuları vardır (badem, tarçın, vanilya...).
- Homolog sıra oluştururlar.
- Karbonil grubuna bir tane hidrojen atomu ve radikal grubun bağlanması ile oluşan bileşiklere **aldehit (R–CHO)** denir (R = H, CH_3, C_2H_5, C_3H_7...).
- Aldehitler düz zincirli olabilecekleri gibi halkalı ve aromatik yapıda da olabilir.
- Aldehitlerin en basit üyesi bir karbonludur.
- Aldehitler polar yapıdadır. Suda iyi çözünür.
- Karbonil bileşikleri hidrojen bağı içermez.
- Doymamış bileşiklerdir, π (pi) bağı içerir.
- Molekül kütleleri arttıkça sudaki çözünürlükleri azalır.
- Kendi molekülleri arasında hidrojen bağı oluşturmadıkları hâlde suyla hidrojen bağı oluşturabilir.
- Aynı dış basınçta aynı karbon sayılı alkollerden daha düşük sıcaklıkta kaynar.

ALDEHİTLERİN ADLANDIRILMASI - İZOMERİ

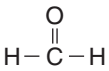
- IUPAC'a göre karbonil grubunun bulunduğu en uzun karbon zinciri belirlenir. Karbonil grubunun bulunduğu karbon atomunun numarası 1 olacak şekilde karbon atomları numaralandırılır. Bağlı gruplar, yerleri belirtilerek alfabetik öncelik sayıları dikkate alınarak okunur. En uzun karbon zincirine karşılık gelen alkanın adının sonuna aldehitlerde -al eki getirilir.



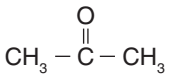
2,3–Dimetil bütanal

Asit	Açil grubu	Aldehit
 Formik asit	Form	 Formaldehit
 Asetik asit	Aset	 Asetaldehit

- Adlandırma yapılırken zincirdeki karbonil grubunun alkol ve alkillere karşı önceliği vardır.
- Aldehitler ile aynı karbon sayılı ketonlar birbirinin fonksiyonel grup izomeridir.
- Aldehitlerin ilk üyesi bir karbonlu,

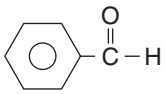


Ketonların ilk üyesi üç karbonlu,



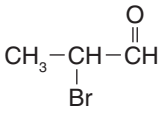
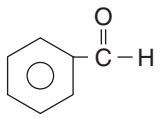
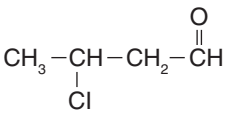
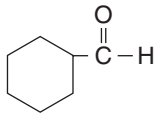
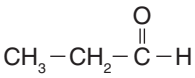
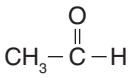
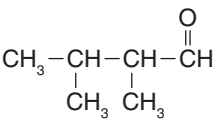
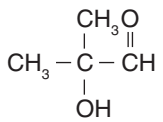
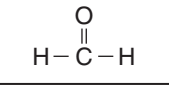
olduğundan ilk iki aldehitin izomeri olan bir keton yoktur.

- Halkalı ve aromatik karbonil bileşikleri de benzer şekilde adlandırılır.



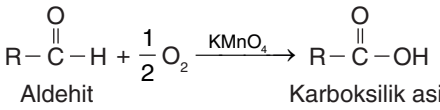
Benzaldehit

ALDEHİTLERİN ADLANDIRILMASI

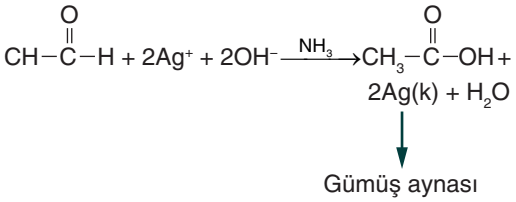
Bileşik	Okunuşu
	2-Bromo propanal
	Fenil metanal (Benzaldehit)
	3-Kloro bütanal
	Siklohekzil metanal
	Propanal
	Etanal (Asetaldehit)
	2,3-Dimetil bütanal
	2-Hidroksi-2-metil propanal
	Metanal (Formaldehit)

ALDEHİTLERIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

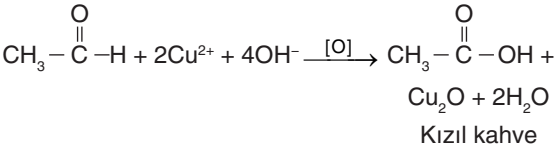
- Aldehitlerde karbonil grubuna bağlı bir hidrojen bulunduğundan yükseltgenebilir.



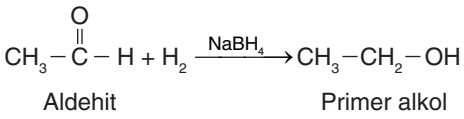
- Aldehitlerin ilk üyesi olan formaldehit (HCHO) iki kez yükseltgenerek karbonik aside (H_2CO_3) dönüşür.
- $KMnO_4$ ve $K_2Cr_2O_7$ yaygın kullanılan yükseltgen maddelerdir.
- Aldehitler, bazik ortamda Fehling ve Tollens ayıraçları (çözeltileri) ile yükseltgenip karboksilik asit oluşturabilir.



- Tollens ayıracı: Amonyaklı gümüş nitrat çözeltisidir.



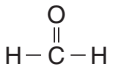
- Fehling ayıracı: Bakır(II) sülfat ($CuSO_4$) ve sodyum potasyum tartarat ($NaKC_4H_4O_6$) içeren çözeltiye NaOH eklenmesi ile elde edilen çözeltidir.
  $\xrightarrow{[O]}$ gösterimi yükseltgenme tepkimelerine aittir.
- Aldehitler indirgenebilir. İndirgenme tepkimesi gerçekleşirken karbonil grubuna hidrojen katılır. Aldehitler indirgenerek primer alkol oluşturur.



- $LiAlH_4$ ve $NaBH_4$ yaygın kullanılan indirgen maddelerdir.
  $\xrightarrow{[H]}$ gösterimi indirgenme tepkimelerine aittir.

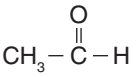
ALDEHİTLERİN KULLANIM ALANLARI

Formaldehit



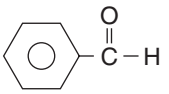
- Aldehitlerin ilk üyesidir.
- Suda iyi çözünür.
- Oda şartlarında gaz hâlinde bulunur.
- Renksizdir.
- Mikrop öldürücü olduğundan dezenfektan, sıvı sabun ve şampuanlarda kullanılır.
- Formaldehitin %40'lık çözeltisi olan formalin, tıpta dokuların uzun süre bozulmadan saklanması için kullanılır.

Asetaldehit



- Bir atm basınçta kaynama noktası 21 °C olan asetaldehit renksiz, keskin kokulu ve zehirli bir sıvıdır.
- Suda her oranda çözünür.
- Yapay kauçuk eldesinde kullanılır.
- Gıdalarda doğala özdeş aroma verici olarak kullanılır.

Benzaldehit



- Aromatik yapılı aldehitlerin ilk üyesidir.
- Kozmetik ve boyar madde endüstrisinde başlangıç maddesidir.
- Bademin yapısında bulunur.
- Asetaldehitle birlikte aroma verici olarak kullanılır.

Sinnamaldehit

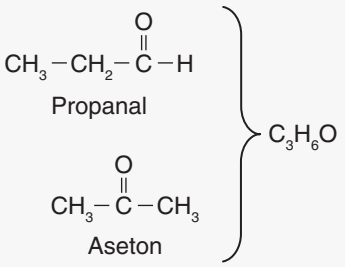
Tarçında bulunan bir aldehittir.

Vanilin

Vanilyada bulunan bir aldehittir.

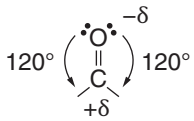
DİKKAT

Aldehit ve ketonlar arasındaki ilk izomer 3 karbon ile başlar.

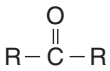


KETONLARIN ÖZELLİKLERİ

- Çift bağla birbirine bağlanmış karbon ve oksijen elementlerinden oluşan oksijenin üzerinde iki tane eşleşmemiş elektron bulunan gruba "karbonil grubu" denir. Bu grupta karbon atomu sp^2 hibritleşmesi yapmıştır.



"Karbonil grubu"



Keton

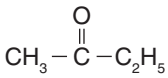
- Ketonların genel formülü $C_nH_{2n}O$ şeklindedir.
- Ketonların kendilerine has kokuları vardır.
- Homolog sıra oluşturur.
- Karbonil grubuna iki tane radikal grubun bağlanmasıyla oluşan bileşiklere **keton (R_1COR_2)** denir.

  R_1 ve R_2 = (CH_3, C_2H_5, C_3H_7...)

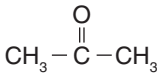
  R_1 ve R_2 alkilleri; aynı ise simetrik (basit) keton (CH_3COCH_3), farklı ise asimetrik (karışık) keton ($CH_3COC_2H_5$) olarak sınıflandırılır.
- Ketonlar, düz zincirli olabilecekleri gibi halkalı ve aromatik yapıda da olabilir.
- Ketonların en basiti üyesi üç karbonludur.
- Ketonlar polar yapıdadır. Suda iyi çözünür.
- Karbonil bileşikleri hidrojen bağı içermez.
- Doymamış bileşiklerdir, π (pi) bağı içerir.
- Molekül kütleleri arttıkça sudaki çözünürlükleri azalır.
- Kendi molekülleri arasında hidrojen bağı oluşturmadıkları hâlde suyla hidrojen bağı oluşturur.
- Aynı dış basınçta aynı karbon sayılı alkollerden daha düşük sıcaklıkta kaynar.

KETONLARIN ADLANDIRILMASI - İZOMERİ

- Ketonların yaygın adlandırılmasında "Alkil + alkil + keton" veya "Dialkil + keton" kalıpları kullanılabilir.

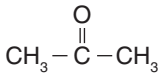


Etil metil keton



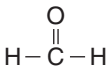
Dimetil keton

- Bu bileşiklerin özel isimleri de olabilir.

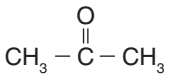


Aseton
(Propanon, dimetil keton)

- Adlandırma yapılırken zincirdeki karbonil grubunun alkol ve alkillere karşı önceliği vardır.
- Aldehitler ile aynı karbon sayılı ketonlar birbirinin fonksiyonel grup izomeridir. Aldehitlerin ilk üyesi bir karbonlu,



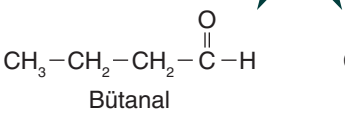
Ketonların ilk üyesi üç karbonlu,



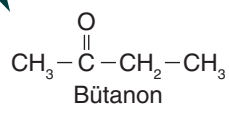
olduğundan ilk iki aldehitin izomeri olan bir keton yoktur. Her ketonun aldehit olan bir izomeri vardır.

$C_nH_{2n}O$

C_4H_8O

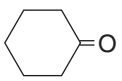


Bütanal



Bütanon

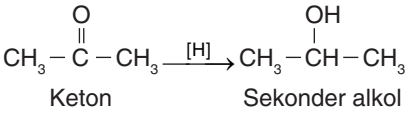
Halkalı ve aromatik karbonil bileşikleri de benzer şekilde adlandırılır.



Siklohekzanon

KETONLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

- Ketonlarda karbonil karbonuna bağlı hidrojen bulunmadığından özel koşullar sağlanmadığı sürece yükseltgenemez.
- Ketonlar indirgenebilir. İndirgenme tepkimesi gerçekleşirken karbonil grubuna hidrojen katılır. Ketonlar indirgenerek sekonder alkol oluşturur.



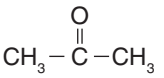
Keton — Sekonder alkol

- $LiAlH_4$ ve $NaBH_4$ yaygın kullanılan indirgen maddelerdir. $\xrightarrow{[H]}$ gösterimi indirgenme tepkimelerine aittir.

KETONLARIN KULLANIM ALANLARI

Aseton

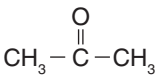
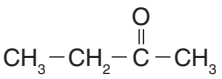
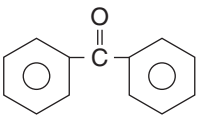
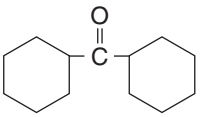
- Ketonların ilk üyesidir.
- Suyla çözelti oluşturan kendine has kokusu olan bir sıvıdır.
- Uçucudur.
- Kanda eser miktarda, diyabet hastalarının idrarında fazlaca bulunur.
- Oje, yağ, mum, kauçuk, plastik, vernik gibi maddeler için iyi bir çözücüdür.

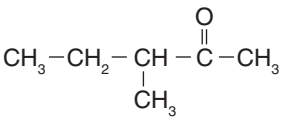
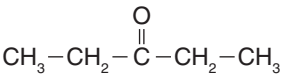
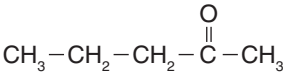
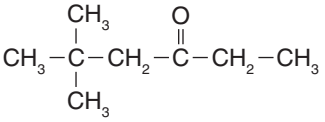


DİKKAT

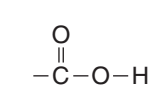
Ketonlar Fehling ve Tollens çözeltilerine etki etmezler.

KETONLARIN ADLANDIRILMASI

Bileşik	Okunuşu
	Dimetil keton (propanon, aseton)
	Etil metil keton (Bütanon)
	Difenil keton
	Disiklohekzil keton

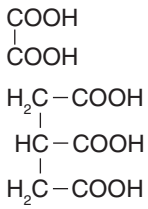
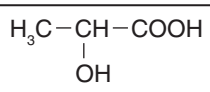
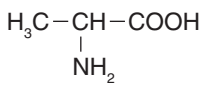
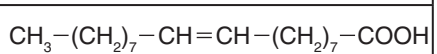
Bileşik	Okunuşu
	3-Metil-2-pentanon
	3-Pentanon
	2-Pentanon
	5,5-Dimetil-3-hekzanon

Karbonil grubuna bir hidroksil grubunun bağlanması ile oluşan yapıya "karboksil grubu" denir. Karboksil grubu içeren bileşiklere **karboksilik asit** adı verilir.



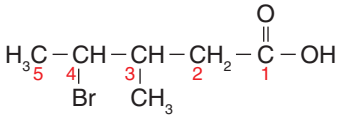
Karboksil grubu

KARBOKSİLİK ASİTLER

Monokarboksilik asit	Yapısında bir tane karboksil grubu bulunur.	$H_3C-COOH$
Polikarboksilik asit	Yapısında birden fazla karboksil grubu bulunduran karboksilik asitlere denir. Yapısında iki tane karboksil grubu varsa dikarboksilik asit, üç tane karboksil grubu varsa trikarboksilik asit adı verilir.	
Hidroksi (oksi) asit	Yapılarında –OH grubu bulunan asitlerdir.	
Amino asit	Yapılarında $-NH_2$ (amino) grubu bulunduran asitlerdir.	
Yağ asitleri	Çift karbon sayılı ve düz zincirli monokarboksilik asitlerdir.	

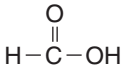
Karboksilik Asitlerin Adlandırılması

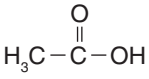
- Yapısında karboksil (–COOH) grubunun bulunduğu en uzun karbon zinciri seçilir.
- Bağlı gruplar okunduktan sonra karşılık gelen alkanın adının sonuna **-oik asit** eki getirilir.
- Polikarboksilik asitlerde asidin alkan adının sonuna karboksil grubu sayısına göre -di, -tri gibi ekler getirilir.


4-Bromo-3-metil pentanoik asit

Etandioik asit

- Bazı karboksilik asitlerin özel adlarının yanında yaygın adları da vardır.


Formik asit


Asetik asit

Karboksilik Asitlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

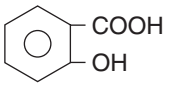
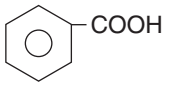
- Karboksilik asitler, yapılarında bulunan karboksil grubu nedeniyle polar yapılı bileşiklerdir.
- Birbiriyle ve su molekülleri ile kuvvetli hidrojen bağları yapar.
- Suda çözünür.

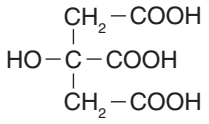
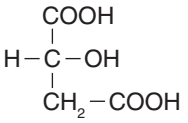
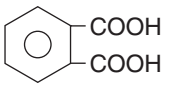
- Zayıf asitlerdir, suda kısmen iyonlaşır. Elektrik iletkenleri azdır.
- Kaynama noktaları aynı karbon sayılı aldehit, keton ve alkollere göre daha yüksektir.
- Genellikle keskin kokuludur.
- Alkil grubu büyüdükçe sudaki çözünürlükleri azalır, kaynama noktaları artar.

Karboksilik asitler, zayıf asit oldukları için suda çözündüklerinde denge tepkimesi oluşur.

$R-COOH(suda) \rightleftarrows R-COO^-(suda) + H^+(suda)$

Önemli Karboksilik Asit Bileşikleri

Formik Asit	$H-COOH$
Asetik Asit	CH_3-COOH
Salisilik Asit	
Benzoik Asit	

Sitrik Asit	
Malik Asit	
Ftalik Asit	

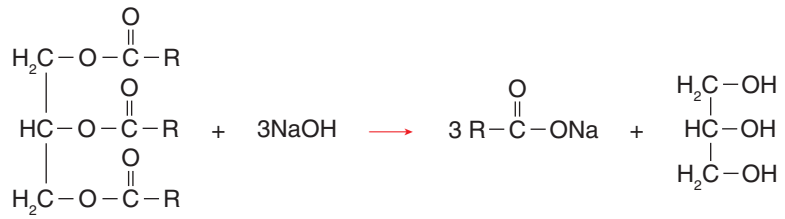
Karboksilik Asitlerin Kullanım Alanları

Karboksilik Asitler	Kullanım Alanları
Formik Asit	Karınca asidi de denir. Mürekkep üretimi, ekmek mayası yapımı ve kuru temizleme işlemi gibi alanlarda kullanılır.
Asetik Asit	Sirke asidi olarak da bilinir. Ham madde olarak birçok kimyasalın üretiminde, katkı maddesi olarak gıda sektöründe ve çözücü olarak apolar maddelerin çözünmesi işleminde kullanılır.
Salisilik Asit	Söğüt ağacından elde edilir. Bazı ağrı kesici ve ateş düşürücü ilaçlarda etken madde olarak kullanılır. Kozmetik alanında da salisilik asitten yararlanılır.
Benzoik Asit	Mantar, karanfil ve tarçın gibi gıdalarda bulunur. Gıda, kozmetik, otomotiv ve tekstil sektörlerinde kullanılır.
Sitrik Asit	Limon tuzu olarak bilinir. Metal temizleme işlerinin yanı sıra gıdaların dayanıklılığını artırmak ve bazı içeceklere tat vermek için kullanılır.
Malik Asit	Meyve asididir. En çok elmada ve ekşi meyvelerde bulunur.
Ftalik Asit	Şampuan, nemlendirici, parfüm ve sprey yapımında kullanılır.
Folik Asit	Kan yapımında, DNA ve RNA üretiminde, yeni hücre oluşumunda görev alır.

Yağların yapısında bulunan asitlere **yağ asitleri** denir.

- Karbon zincirinde pi bağı bulunan yağlara **doymamış yağ** denir. En önemli doymamış yağ asitleri 18 tane karbon atomu içerir.
  - Oleik asit
  - Linoleik asit
- Doymamış yağ asitleri, vücudun üretemediği ancak ihtiyaç duyduğu yağ asitleridir.

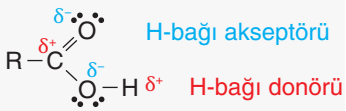
- Doymuş yağ asitleri karbon atomları arasında pi bağı içermez.
- Doymuş yağ asitleri, doymamış yağ asitlerinin hidrojenle reaksiyonu sonucu elde edilir.
  - Laurik asit
  - Palmitik asit
  - Stearik asit
- Et, deniz mahsulleri, süt ürünleri, Hindistan cevizi gibi besinler doymuş yağ asitleri açısından zengindir.



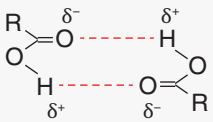
Yağlar bazlarla ısıtılırsa sabun (yağ asidi tuzu) ve gliserin meydana gelir. Sabunlaşma tepkimesi adıyla bilinen bu tepkimede baz olarak NaOH kullanılırsa beyaz (katı) sabun, KOH kullanılırsa arap (yumuşak) sabunu elde edilir.

PÜF NOKTA

- **Karboksilik asitler** zayıf asit oldukları için suda çözündüklerinde denge tepkimesi oluşur.
- Aminoasitler hem asit (proton veren) hem de baz (proton alan) özellik gösterir. Amfoter bileşiklerdir.
- Halkalı, aromatik ve heterohalkalı karboksilik asit bileşiklerinde ana yapının adının sonuna karboksilik asit eklenir ve –COOH grubunun bağlandığı konum belirtilir. Ör: Siklohekzan karboksilik asit, benzen karboksilik asit (benzoik asit).
- Organik karboksilik asitler zayıf asitlerdir (pK_a ~ 5). Suda iyonlaşarak karboksilat anyonu ve hidronyum iyonu verir. En kuvvetlisi: HCOOH
- C=O ve O–H grubu nedeniyle karboksilik asitlerin polariteleri oldukça yüksektir.
- Karboksilik asit molekülü arasında hidrojen bağı ile dimer oluşur. Bu durum molekülün boyutunu hemen iki katına çıkardığı için aynı molekül ağırlığındaki alkollerden daha yüksek erime ve kaynama noktalarına sahiptir.



Propanol (M_A: 60 g/mol; KN: 97°C) Asetik asit (M_A: 60 g/mol; KN: 118°C)



Esterler, bir karboksilik asit ve bir alkol molekülünün asit katalizörlüğünde tepkimesiyle oluşur.

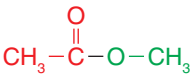
Esterleşme tepkimelerinde açığa çıkan suyun OH^- iyonu karboksilik asitten, H^+ iyonu alkolden gelir.

Karboksilik asit Alkol Ester

Esterlerin Adlandırılması

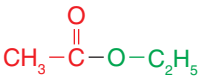
IUPAC adlandırması yapılırken önce alkolden gelen alkil grubunun adı yazılır. Sonra türediği asidin adının sonundaki -oik asit yerine -oat eki getirilir.

Etil metanoat



Metil etanoat

Özel adlandırmada önce esteri oluşturan karboksilik asidin adı, sonra alkolden gelen alkil grubunun adı yazılır ve adlandırmanın sonuna ester sözcüğü getirilir.



Asetik asit etil esteri

Esterlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

- Esterlerin karakteristik hoş kokuları vardır.
- Kendi molekülleri arasında hidrojen bağı oluşturmaz.
- Kaynama noktaları, benzer molekül kütlesine sahip alkol ve asitlere göre daha düşüktür.

Yağ asitlerinin gliserin ile oluşturduğu esterlere **trigliserit ya da yağ** denir.

İçeriğinde esterlerin yer aldığı bazı doğal maddeler	
Lanolin	Lanolin koyun yününden elde edilir. Merhem yapımında, kozmetikte (el ve tıraş kremleri, tüy dökücü kremler) kullanılır.
Bal Mumu	Bal mumu, balın peteklerden alınmasından sonra peteklerin eritilmesiyle elde edilir. Cilt nemlendiricilerinde temizleyici olarak kullanılmaktadır.
Balsam	Bazı çam çeşitlerinden ve tropikal ağaçlardan elde edilir. Özellikle parfüm sanayisinde ayrıca tıpta öksürük kesmede ve boğaz ağrısı tedavisinde kullanılır.

Esterlerin Kullanım Alanları

- Esterler kimya sanayisinin önemli maddelerinden biridir.
  - Sabunlar
  - Bal mumları
  - Sentetik dokuma lifleri
  - Kozmetik ürünler
  - Parfümler
  - İlaçlar
  - Boya ve plastikler için çözücüler
  - Yapay gıda tatlandırıcıları
  - Plastikler
- Meyvelerin kokuları yapılarındaki esterlerden kaynaklanır.
  - Metil bütirat: Elma
  - Etil bütirat: Ananas
  - Oktil asetat: Portakal
  - Benzil asetat: Armut
  - İzopentil asetat: Muz

Esterlerin ve Karboksilik Asitlerin Fonksiyonel Grup İzomerliği

Genel formülleri $C_nH_{2n}O_2$ olan aynı karbon sayılı mono karboksilik asit ile esterler birbirinin fonksiyonel grup izomeridir.

KARBOKSİLİK ASİT	ESTER
$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ $C_3H_6O_2$ Propanoik asit	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5$ $C_3H_6O_2$ Etil metanoat
$C_3H_7-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ $C_4H_8O_2$ Bütanoik asit	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5$ $C_4H_8O_2$ Etil etanoat

PÜF NOKTA

- **Esterleşme** tepkimelerinde açığa çıkan suyun OH^- iyonu karboksilik asitten, H^+ iyonu alkolden gelir.

  Esterleşme tepkimeleri denge tepkimeleridir. Dengeye çabuk erişebilmek için genellikle katalizör olarak kuvvetli anorganik asitler kullanılır.
- Esterler, karboksilik asit türevi bileşiklerdir. Esterler bir alkolle bir karboksilik arasında bir denge tepkimesinde oluşur. Esterin adlandırılmasında onu oluşturan alkolden gelen alkil grubu ve ardından karboksilik asitten gelen alkanoat grubu kullanılır.
- En basit ester H – COO – CH_3'dür (metil format veya metil metanoat olarak adlandırılır).
- Esterler, hidrojen bağı oluşumlarında hidrojen bağı alıcısı olarak yer alır (kendilerini oluşturan alkollerin aksine). Hidrojen bağlanmasına katılma yeteneği sayesinde aynı uzunluktaki hidrokarbonlardan daha çok suda çözünebilir.
- Oluşturabildikleri hidrojen bağlarının yetersiz kalan özellikleri yüzünden kendilerini oluşturan alkol ve asitlere kıyasla daha hidrofobiktir.

DİKKAT

Hidrojen bağı vericisi olmamaları nedeniyle birbirleriyle hidrojen bağı oluşturamaz, **bu yüzden de esterler aynı molekül ağırlıklı karboksilik asitlere kıyasla daha uçucudur.**

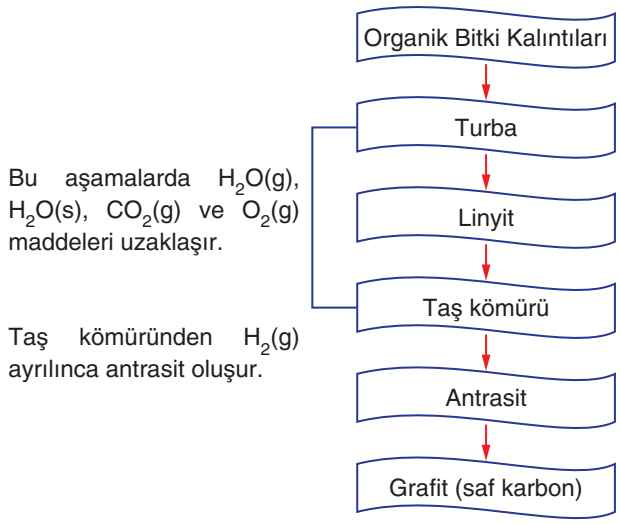
Fosil Yakıtlar

- Canlı kalıntılarının milyonlarca yıl oksijensiz ortamda başkalaşıma uğraması sonucu oluşan yakıtlara **fosil yakıt** denir.
- Hidrokarbon içeriğine sahip olan fosil yakıt enerji kaynakları; kömür, petrol, doğal gaz olarak sınıflandırılabilir.
- 20 ve 21. yüzyılda dünya çapındaki teknolojik gelişmelerle fosil yakıtlardan elde edilen enerjiye olan ihtiyaç artmaktadır.
- Geçmişten günümüze kadar her geçen gün daha fazla önem kazanan fosil yakıt türleri, aşırı kullanımları sonucu yüksek miktarda karbon dioksit ve kükürt oksitler salındığı için çevreye birtakım zararlar verir. Asit yağmuru oluşumuna neden olma, iklim değişikliği yaratma fosil yakıtların yol açtığı başlıca çevresel zararlar arasındadır. Ayrıca küresel ısınmanın nedenleri arasında da yine fosil yakıtlar ve zararları görülmektedir.

I. FOSİL YAKITLAR

A. Katı Fosil Yakıtlar (Kömür)

- Fosil yakıtların yanabilen organik kayaç türüne "kömür" denir.
- Kömürün yapısında organik ve anorganik maddeler vardır. Organik madde miktarı arttıkça kömürün özgül ısı değeri artarken inorganik madde miktarındaki artış azalır.
- Büyük bölümü karbondan oluşan hidrojen, azot ve kükürt içeren yapılardır.
- Yer altındaki bitkisel kalıntıların kömür oluşturması uzun yıllar alır. Geçen zaman, kömürün kalitesini belirler. Zaman içerisinde oluşan kömürlere özellikleri farklı olduğu için farklı isimler verilir. Kömürün oluşum aşamalarının hepsine birden **kömürleşme** adı verilir.
- Kömürleşme aşamaları; organik bitki kalıntıları, turba, linyit, taş kömürü, antrasit, grafittir (saf karbon).
- **Turba**, kömürleşmenin ilk basamağıdır. Yüzeye yakın bölgelerde oluşur. Kalitesi çok düşüktür ve kömür sayılmaz.
- **Linyit**, kömürleşme sürecini henüz tamamlamamışır. Kömür olarak kullanılır. Yapısında %60 - %75 arası karbon içerir ve evlerde yakıt olarak kullanılır.
- **Taş kömürü**, yapısında %80 - %90 civarında karbon içerir. İyi bir yakıttır.
- **Antrasitin** karbon miktarı %90'dan fazladır. Karbon oranı çok yüksek olduğu için yüksek enerji üretir. Tutuşması diğer kömürlere göre zordur.
- **Grafit** kömür değildir; karbon elementinin allotropudur. Az da olsa elektriği ileten bir ametal yapısındadır.
- Taş kömürünün havasız bir ortamda ısıtılması sonucunda içerdiği uçucu bileşenlerden kurtulması ile **kok kömürü** oluşur. Karbon ve ısıl değeri yüksek bir kömürdür.
- Karbon miktarı arttıkça yanma ısısı da artar. Kömür evlerde ısınma, termik santrallerde elektrik üretiminde kullanılır.



B. Sıvı Fosil Yakıtlar (Petrol)

- Latince petro (taş) ve oleum (yağ) kelimelerinden oluşan petrol kelimesi taş yağı (kaya yağı) anlamına gelmektedir. Milyonlarca yıl önceki bitki ve hayvan kalıntıları deniz dibinde yüksek basınç, yüksek sıcaklık şartlarında bozunarak ham petrole dönüşmüştür.
- Petrol ve kömür birbirinden farklıdır. Kömür zaman geçtikçe karbon oranı artan bir fosil yakıttır. Petrol, yüksek sıcaklık ve basınçta büyük moleküllü hidrokarbonlar parçalanarak daha küçük düz zincirli ve dallanmış alkanlar, sikloalkanlar, çeşitli aromatik halkalı bileşikler ve asfaltenlere dönüşmesi ile oluşan bir karışımdır.
- Belirli bir formülü ve kaynama noktası yoktur. Yapısında bol miktarda hidrokarbon türevi ve eser miktarda demir, nikel, azot, oksijen, kükürt ve vanadyum gibi anorganik türler de içerir.
- **Ham petrolün yapısında** %82,2 ile %87,1 arasında **karbon**, %11,7 ile %14,7 arasında **hidrojen**, %0,1 ile %5,5 arasında **kükürt**, %0,1 ile %0,5 arasında **azot**, %0,1 ile %4,5 arasında **oksijen**, %0,1 ile %1,2 arasında **anorganik madde** bulunur.
- Ham petrol bileşenlerine ayrılırken bileşenlerin kaynama noktaları farkından yararlanılarak **ayrımsal damıtma** işlemi uygulanır. Bu işlem için **ayrımsal damıtma kuleleri** kullanılır.

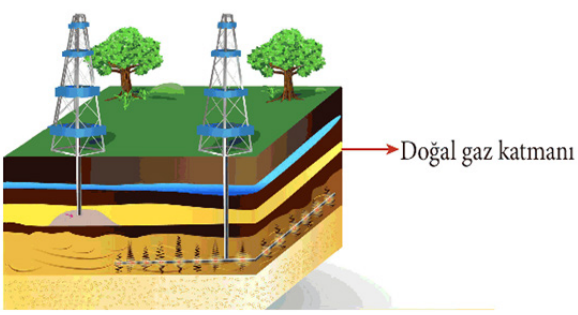
KRİTİK BİLGİ

Ham petrol 350 °C – 400 °C sıcaklığa kadar ısıtıldıktan sonra ayrımsal damıtma kulelerine pompalanır. Burada buhar hâlinde bulunan petrol bileşenleri aşağıdan yukarıya doğru soğuyarak sıvı hâle geçer, karışımdan sırayla ayrılır.

- Ham petrolün rafinelerde arıtılması ve işlenmesi sonucunda ortalama olarak %43 **benzin** (nafta), %18 **fuel oil** ve **motorin**, %11 **LPG**, %9 **jet yakıtı** (kerosen), %5 **asfalt** ve %14 oranında diğer ürünler elde edilmektedir.

C. Gaz Fosil Yakıtlar (Doğal Gaz)

- Petrol birikintilerinin üzerindeki yer gazı olarak adlandırılan hidrokarbon karışımına **doğal gaz** denir. Kara veya deniz altındaki canlı kalıntılarından oluştuğu bilinmektedir.
- Doğal gaz yer altından çıkarıldığı hâli ile doğrudan boru hattına verilmez. Yapısındaki su buharı karışımdan ayrılır, böylece doğal gazın geçtiği boru hattında paslanma engellenmiş olur.
- Doğal gaz %85 - %98 oranında metan (CH_4) gazı içerir. Az da olsa etan (C_2H_6), propan (C_3H_8) ve bütan (C_4H_{10}) gibi gazlar da içerir.
  - Renksiz ve kokusuz bir gazdır.
  - Zehirli değildir.
  - Döküldüğü zeminin aşırı soğuk olmasına ve kırılgan bir özellik kazanmasına neden olur.
  - Doğal gaz yüksek basınçta sıvılaşır. Bu yüzden40 – 50 bar basınç altında sıkıştırılmış gaz olarak saklanır.
  - Sanayide elektrik üretimi, döküm eritme vb. amaçlarla konutlarda ve iş yerlerinde ısınma amaçlı kullanılır.



Fosil Yakıt Kullanımında Meydana Gelen Olumsuzluklar

- Petrol ve kömür, yoğun olarak kullanıldığı bölgelerde solunum yolu hastalıklarına neden olur.
- Kara, deniz ve demir yolları ile taşıma sırasında oluşan kazalarda hem can kaybı hem de çevre kirliliği oluşturur.
- Başta petrol olmak üzere fosil yakıtları ele geçirmek için yapılan savaşlar birçok ölüme neden olur.
- Petrol ve türevleri oksijen gazı ile yanarak çeşitli gazlar ve enerji açığa çıkarır. Açığa çıkan CO gibi zehirli gazlar havanın kirlenmesine; CO_2, SO_2, NO_2 gazları ise asit yağmurlarının oluşmasına sebep olur.
- Fosil yakıtlar sonucu oluşan sera gazları (CO_2, NO_2, CH_4, H_2O...) küresel ısınmaya sebep olur.

FOSİL YAKITLARIN ZARARLARI		
	İnsanın sağlığına zararları	Solunum yolu hastalıkları
		Kanser
		Cilt hastalıkları
		Kalp krizi
	Ekonomik zararları	İthalatı artırır.
		Dışa bağımlılığı artırır.
	Çevresel zararları	Küresel ısınma
		İklim değişikliği
		Çölleşme
		Su kaynaklarının kirlenmesi
		Göçler
		Hava kirliliği

Alternatif Enerji Kaynaklarına Geçiş

20 ve 21. yüzyılda dünya çapındaki teknolojik gelişmelerle fosil yakıtlardan elde edilen enerjiye olan ihtiyaç artmaktadır. Özellikle petrolden elde edilen benzin, dünya çapında ve bölgesel olarak büyük çatışmaların ana sebebi hâline gelmektedir. Fosil yakıtların tükenecek olması, ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelerine neden olmuştur.

2017 yılında dünyada birincil enerji kaynaklarının %34 petrol, %28 kömür, %23 doğal gaz olmak üzere toplamda %85'i fosil yakıtlar olmuştur.

II. ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI

I. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

- Temiz enerji kaynakları doğayı kirletmeden eldeki mevcut imkânlar yardımı ile üretilen yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Karbon, kükürt, azot gibi zararlı oksitler oluşturan elementler içermediği için fosil yakıtlara göre daha çevre dostu olan yakıtlardır.
- Temiz enerji kaynakları olarak güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik enerji, hidrojen enerjisi ve bitkilerden elde edilen biyokütle enerjisi sayılabilir.

A. Güneş Enerjisi

- Güneş enerjisi, sonsuz bir enerji kaynağı olan güneş ışığından enerji elde edilmesine dayalı bir teknolojidir. Güneş'in yaydığı ve Dünya'ya da ulaşan enerji, Güneş'in çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışıma enerjisidir, Güneş'teki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır.
- Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşüş göstermiş, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.
- Dünya'da yararlanılan en eski enerji kaynağı güneş enerjisidir. Güneş enerjisinin de diğer enerjiler gibi kullanım sorunları ve koşulları vardır. Güneş enerjisi her tüketim modelinde kolaylıkla kullanılamaz. Her tüketim dalında kullanılabilmesi için bu sorunlarının tüketim modellerine göre çözülmesi gerekmektedir. Güneş enerjisinin depolanması ya da diğer enerjilere dönüşebilmesi ısıl, mekanik, kimyasal ve elektrik yöntemlerle olur.
- Günlük güneş enerjisinden yararlanılması, Dünya'da günlük 300 trilyon ton kömür yakılmasına eş değerdir. Başka bir hesaplamayla Dünya'ya bir yılda düşen güneş enerjisi, Dünya'daki çıkarılabilir fosil yakıt kaynakları rezervlerinin tamamından elde edilecek enerjinin yaklaşık 15 - 20 katına eş değerdir.
- Maliyeti az olan cihazlar yardımıyla güneş enerjisini evlerimizde sıcak su üretimi içinde kullanabiliriz.
- Yapılan cihazlar güneş enerjisinin çok az bir kısmını elektrik ve ısı enerjisine dönüştürebilmektedir. %100 verim ile çalışan cihazlar henüz üretilemediği için güneş enerjisinden günümüzde tam anlamıyla faydalanamamaktayız.

! DİKKAT

Ülkemizde alternatif enerji kaynakları ile enerji üretimi henüz yasalaşmamıştır. Lisanssız olarak 500 kW'a kadar enerji üretimi serbest olup bu sınırın üzerinde (lisanssız) üretim yapılamamaktadır.

Lisanssız olarak üretilen enerji; evlerde, tarlaların sulanmasında, fabrikalarda ve sanayide kullanılmaktadır.

B. Rüzgâr Enerjisi

- Rüzgâr belirli bir kinetik enerjiye sahiptir. Rüzgârın sahip olduğu kinetik enerji, rüzgâr türbini adı verilen cihazlar yardımı ile elektrik enerjisine dönüştürülür.
- Temiz, bol, yenilenebilir olmasının yanı sıra hemen hemen tüm Dünya genelinde faydalanma imkânı olan bir kaynaktır.
- Rüzgâr tarlasında inşa edilen ve rüzgâr türbini adı verilen çok büyük pervaneli, yüksek kuleler aracılığıyla rüzgâr gücü, elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgâr türbinleri, uçan rüzgâr türbini, yüzen rüzgâr türbini gibi hem yerde hem de havada olabilir. Ayrıca rüzgâr tarlaları denizde, karada ve sahilde yapılabilir.
- Az sayıda büyük enerji üretim merkezleri kurmak yerine, ülke geneline küçük üniteler hâlinde yayılmış rüzgâr türbinleri kurmak çok daha avantajlıdır.

- Rüzgâr tarlası kurulacak bölgelerin rüzgâr atlası birkaç yıllık çalışma sonucu çıkartılır ve ona göre türbinler kurulur. Bu atlasta bir bölgedeki rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü gibi bilgiler bulunur.
- Rüzgâr, elektrik üretiminin yanı sıra hidrojen üretiminde de söz sahibi olabilir. Rüzgârdan elde edilecek elektrikle suyun hidroliz edilmesi sonucunda su, oksijen ve hidrojen elementlerine ayrılarak çok ucuz bir yolla hidrojen elde edilmiş olacaktır.

KRİTİK BİLGİ

1990'lı yıllarda kullanımı en hızlı artan enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisi, bu avantajları sayesinde tüm dünyanın dikkatini çekmeye devam ediyor. Danimarka, toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %20'sini rüzgârdan elde ederek oran olarak Dünya'da birinci sıradadır. Ayrıca Almanya da 2007 yılındaki verilere göre 22.247 megawatt kurulu güç ile rüzgâr enerjisi kullanımında en ön sıralardadır. Almanya'yı en yakından takip eden ABD'nin kurulu gücü ise yaklaşık 2.316.818 megawatt civarındadır.

Rüzgâr Enerjisinin Avantajları

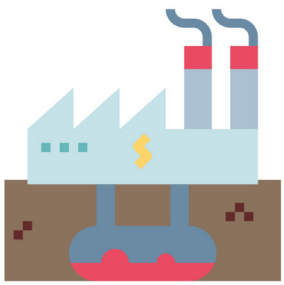
1. Atmosferde bol ve serbest olarak bulunur.
2. Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağı ve çevre dostudur.
3. Kaynağı güvenilirdir, tükenme ve zamanla fiyatının artma riski yoktur.
4. Maliyeti günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir.
5. Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür.
6. İstihdam yaratır.
7. Ham maddesi tamamıyla yerlidir, dışa bağımlılık yaratmaz.
8. Teknolojisinin tesisi ve işletilmesi görece daha kolaydır.
9. İşletmeye alınması kısa bir sürede gerçekleşebilir.

Dezavantajı

1. Görüntü ve ses kirliliğinin yanı sıra kuşlar açısından da zararlı olabilmektedir.

C. Jeotermal Enerji

- Jeotermal enerji, yer altında magmada depolanmış yüksek sıcaklık ve basınca sahip ısı enerjisi demektir. Bu enerjiden yer yüzeyine çıkan sıcak sular aracılığıyla yararlanılır.
- "Jeo" yeryüzü, yeryüzüne ait, "termal" ise ısı enerjisi demektir. "Jeotermal" ise yeryüzüne ait ısı enerjisi demektir.
- En eski çağlardan bu yana kullanılan kaplıcalar, jeotermal enerjinin ilk kullanım alanlarıdır.
- Yer kabuğunun alt kısmında yer alan sıcak su kaynaklarının buharlarından yararlanılarak üretilen enerji kaynağıdır.
- Sıcak su buharı, kuyular yardımıyla yeryüzüne çıkartılır ve buhar türbinlerinin çalışması sağlanır. Bu türbinler yardımıyla kurulan sistemler elektrik enerjisi üretir. Bu durumda jeotermal enerjiden kaynağın sıcaklığına bağlı olarak ısıtma uygulamalarında kullanılabilir ya da elektrik üretiminde yararlanılır.
- Jeotermal enerji, kaynağın dünya enerji tüketimine kıyasla çok büyük olması nedeniyle ve kullanılan sıcak suyun reenjeksiyon ile tekrar yer altına verilmesi koşuluyla yenilenebilir enerjiler arasında sayılır.



D. Hidrojen Enerjisi

- Hidrojen; 1500'lü yıllarda keşfedilmiş, 1700'lü yıllarda yanabilme özelliğinin farkına varılmış, evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup renksiz, kokusuz, havadan 14,4 kez daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gazdır.
- Güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeye vermiş olduğu ısının yakıtı hidrojen olup evrenin temel enerji kaynağıdır.
- Hidrojenin yakıt olarak kullanıldığı enerji sistemlerinde, atmosfere atılan ürün sadece su ve su buharı olmaktadır.
- Hidrojen gazı yakıldığı zaman diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre çok daha fazla enerji üretir. Hidrojen petrol yakıtlarına göre ise ortalama 1,33 kat daha verimli bir yakıttır.
- Hidrojenden enerji elde edilmesi esnasında yanma ürünü su buharı olduğu için çevreyi kirletici ve sera etkisini artırıcı hiçbir gaz ve zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir.

  $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O\ (g)$
- Hidrojen gazını doğada serbest hâlde bulmamız mümkün değildir. Farklı yöntemlerle elde edildiği gibi su, güneş enerjisi veya onun türevleri olarak kabul edilen rüzgâr, dalga ve biyokütle ile üretilebilmektedir.
- Araştırmalar mevcut koşullarda hidrojenin diğer yakıtlardan yaklaşık üç kat pahalı olduğunu ve yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanımının hidrojen üretiminde maliyet düşürücü teknolojik gelişmelere bağlı olacağını göstermektedir.
- Hidrojenin doğada bileşikler hâlinde bulunması, saf hidrojen elde etmeyi zorlaştırır. Hidrojenin araçlara doldurulması ve taşınması için yeni yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemler içinde en verimlisi metal hidrür şeklinde depolanmasıdır.
- Kullanılması önerilen metal hidrürlerden biri sodyum borhidrürdür.

  Sodyum borhidrürden yakıt olarak hidrojen eldesi aşağıdaki tepkime ile sağlanmaktadır.

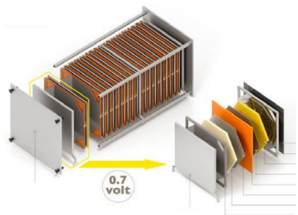
  $NaBH_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{katalizör}} 4H_2 + NaBO_2$

DİKKAT

Dünya'da 600 milyon ton bor rezervi olduğu bilinmekte ve büyük kısmı ülkemizde (yaklaşık $\frac{3}{4}$'ü) bulunmaktadır.

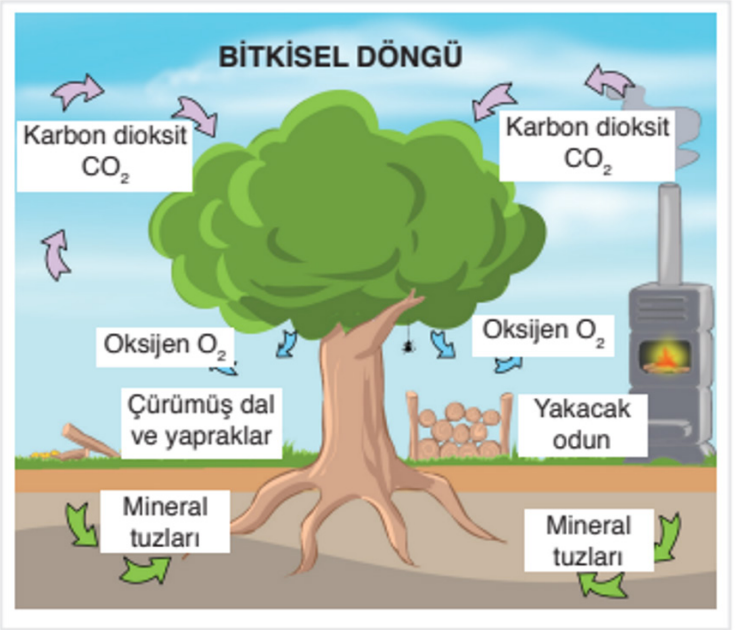
Hidrojen Yakıt Pili

- Hidrolizin tersi reaksiyon ile üretilen enerjidir.
- Saf su açığa çıkarken kullanılan elektronun enerjisidir.
- Hidrojen ile oksijeni birleştirilen mekanizmadır.
- Atık olarak çevreye saf su veren mekanizmadır.



E. Biyokütle Enerjisi

- Yapısında güneş enerjisi yardımı ile depo edilmiş enerji bulunduran bitki, bitki atıkları ve hayvan atıklarına **biyokütle** denir.
- Biyokütle, uygun koşullar sağlanarak biyoyakıtlara dönüştürülür. Biyoyakıtlar, farklı fiziksel hâllerde bulunabilir. Temel olarak 3'e ayrılır. Bunlar; katı biyoyakıtlar, gaz biyoyakıtlar ve sıvı biyoyakıtlardır.
- Biyokütle için mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkiler, otlar, yosunlar, denizdeki algler, hayvan dışkıları, gübre ve sanayi atıkları, evlerden atılan tüm organik çöpler (meyve ve sebze artıkları) kaynak oluşturmaktadır.
- Biyoyakıtlar fosil yakıtlar ile karıştırılarak da kullanılabilir. Buna en güzel örnek biyodizeldir.
- Bitkisel ya da hayvansal atıkların havasız ortamda fermantasyonu (mayalanması) sonucu elde edilen gaz karışımına **biyogaz** denir.
- Biyogazın yapısında metan, karbon dioksit ve çok az miktarda azot gazı bulunur.
- Bitkilerden elde edilen etil alkol bileşiği de yakıt olarak kullanılabilir. Bunun için mısırdan elde edilen nişasta enzimler yardımı ile glikoza dönüştürülür ve daha sonra glikoz fermantasyona tabi tutularak etil alkol elde edilir.
- Fermantasyon olayında enzimler görev alır. Fermantasyon sonucunda hangi ürünün oluşacağı ortam koşullarına bağlı olarak değişir.
- Biyokütle enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında gösterilmektedir. Aynı zamanda temiz enerji kaynakları arasında olduğu da söylenebilir.



Biyoyakıt kullanmamız için pek çok sebep vardır. Bunlar:

- Fosil yakıtların çevreye verdiği zararları azaltmak.
- Egzoz emisyonlarının insan sağlığına ve çevreye verdiği zararı azaltmak.
- Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak.
- Kırsal bölgelerin ekonomik ve teknolojik olarak geliştirmek.

II. Nükleer Enerji

- Nükleer enerjinin kaynağı radyoaktif çekirdeklerin bölünerek veya kaynaşarak daha kararlı hâle gelmeye çalışmasıdır. Çekirdeklerin bölünmesi ve kaynaşması sırasında çekirdeklerde mevcut olan enerji açığa çıkar. Bu enerjiye **nükleer enerji** denir.
- Çok yüksek enerji türü olan nükleer enerji yenilenebilir enerji türü değildir. Nükleer enerji; ham madde olarak uranyumun kullanıldığı, fisyon ve füzyon tepkimeleriyle elde edilen enerjidir.
- **Fisyon tepkimesi**: Büyük atom çekirdeklerinin parçalanarak küçük atom çekirdeklerine dönüşmesidir.
- **Füsyon tepkimesi**: Küçük atom çekirdeklerinin birleşerek büyük atom çekirdeklerine dönüşmesidir.
- Gelişmiş ülkelerin birçoğu enerjilerinin büyük kısmını nükleer enerji ile sağlamaktadır. Ham madde olarak radyoaktif kullanılmakta ve nötronlarla bombardıman edilmesiyle yüksek miktarda enerji açığa çıkar. Tepkime kontrollü yürütülmelidir, aksi takdirde büyük patlamalara yol açar ve dışarıya sızıntı sonucu çevreye büyük zarar verir.
- Nükleer enerjinin en önemli kullanım alanı, elektrik enerjisi üreten nükleer santrallerdir. Nükleer enerjiyle çalışan gemiler ve denizlatılar da yeniden enerji yüklenmeksizin binlerce kilometre yol alabilir. Ayrıca tıp ve başka alanlarda kullanılan iyot-131, talyum-201, kobalt-60 gibi radyoizotoplarının büyük bir kısmı, nükleer santrallerinde üretilmektedir.

Nükleer Enerjinin Avantajları

- Nükleer santraller dar alanlara kurulabilir.
- Nükleer santrallerin kurulması, istihdam sağlama açısından da önem taşımaktadır.
- Küresel ısınmaya sebep olacak atık madde oluşturmaz.
- Birim kütlede elde edilen enerji miktarı yüksektir.
- İklim koşullarından etkilenmez.
- Diğer enerji türlerine göre daha verimlidir.
- Nükleer santrallerin güvenlik sistemleri sayesinde bu santrallerden yayılan radyasyon miktarı minimuma düşürülmüştür. Bu değer, canlı yaşamı için ihmal edilebilir düzeydedir.
- Ülkemizde Mersin-Akkuyu'da nükleer enerji santrali kurulumu devam etmekte, Sinop-İnceburun'da ise nükleer enerji santrali kurulumu planlanmaktadır.

HATIRLAYALIM

Nükleer teknolojinin temelleri, 1789 yılında uranyumun keşfi ile başlayıp 1934 yılında atomun kontrollü bir şekilde parçalanması ile devam eden süreçte oluşturulmuştur.

Akkuyu Nükleer Santrali Projesi

PÜF NOKTA

FOSİL YAKITLAR

- Günümüzde dünya nüfusunun artmasıyla enerji talebi de doğru orantılı olarak artmaktadır.
- Bu talebi karşılamak için de çeşitli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Fosil yakıtlar da bu kaynaklar arasında en çok kullanılanlardan biridir.
- Ancak fosil yakıtların kullanımı, çevresel etkileri ve sınırlı kaynak olması nedeniyle eleştirilmektedir.

  Çok kullanılmasına rağmen fosil yakıtların ne olduğu, çevresel etkileri ve fosil yakıtlara alternatif enerji kaynakları oluşturma ile ilgili tartışmalar devam edecektir.

Avantajları

1. **Düşük maliyet**: Fosil yakıtlar, düşük üretim maliyetleri nedeniyle yaygın olarak kullanılır. Ayrıca dünya genelinde bol miktarda bulunmaları nedeniyle de ucuzdur.
2. **Yüksek enerji yoğunluğu**: Fosil yakıtlar, yüksek enerji yoğunluğu nedeniyle enerji üretiminde tercih edilir. Bu özellikleri sayesinde düşük miktarda yakıtla yüksek miktarda enerji üretmek mümkündür.
3. **Kolay taşınabilirlik**: Fosil yakıtlar, sıvı veya gaz hâlinde bulunabildikleri için herhangi bir yere kolaylıkla taşınabilir.

Dezavantajları

1. **Çevre kirliliği**: Fosil yakıtların en büyük dezavantajlarından biri, enerji üretimi sırasında çevreye verdiği zarardır. Yakıtın yanması sonucu ortaya çıkan karbon dioksit gazı, sera etkisi nedeniyle atmosferde birikerek küresel iklim değişikliğine neden olur. Ayrıca fosil yakıtların çıkarılması sırasında toprak, su ve hava kirliliği gibi birçok çevresel sorun ortaya çıkar.
2. **Sınırlı kaynak**: Fosil yakıtlar, milyonlarca yıl önce oluşmuş organik maddelerin dönüşümü sonucu oluşur. Bu nedenle fosil yakıtların kaynakları sınırlıdır ve gelecekte tükenme riski vardır.
3. **Sağlık sorunları**: Fosil yakıtların çıkarılması, taşınması ve kullanımı sağlık sorunlarına neden olabilir.

ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI

Fosil yakıtların sınırlı kaynak olması ve çevresel etkileri, alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesine neden olmuştur. Bu kaynaklar arasında güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, biyokütle enerjisi gibi çeşitli seçenekler bulunmaktadır. Bu kaynaklar, fosil yakıtların aksine yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarıdır.

Sonuç olarak fosil yakıtların oluşumu milyonlarca yıl öncesine dayanan doğal bir süreçtir. Ancak fosil yakıtların kullanımı, çevre kirliliği gibi birçok sorunu beraberinde getirir. Bu nedenle alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerji geleceği için önemlidir.

I. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

- Hepimizin hayatı doğal kaynaklara bağlıdır ve bu doğal kaynaklar sonsuz değildir. Bu yüzden gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için sürdürülebilirlik devreye girer.
- Sürdürülebilirlik, doğa (çevre) ve insan arasında denge oluşturmak demektir.
- 1987 BM komisyonunda yer alan tanım şöyledir: "Gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, insanlığın günlük ihtiyaçlarının temin edilmesi, kalkınmayı sürdürebilir kılma yeteneğine sahip olmasıdır."
- Bir toplumun, ekosistemin veya devam eden herhangi bir sistemin temel kaynaklarını tüketmeden belirsiz geleceğe dek işlevini sürdürmesine "sürdürülebilirlik" denir.
- Sürdürülebilir kalkınmanın toplum, çevre ve ekonomi olmak üzere üç temel ögesi vardır.
- İklim değişikliklerinin önüne geçilmesi, ekonomik eşitlik, sürdürülebilir tüketimin sağlanması, doğal çevrenin korunması, ekonomik ve sosyal kalkınma, barış ve adalet sürdürülebilir kalkınmanın hedefleri arasında yer alır.
- Enerji, polimer, kâğıt ve metal sektörleri sürdürebilirlik için çok etkilidir. Ancak sadece bununla sınırlı değildir. Sürdürülebilirliği kesinlikle çevresel, ekonomik ve sosyal alanlarda ele almak gerekiyor Bu üç alanda dengeyi sağlayarak çocuklarımız ve torunlarımız için yaşanabilir bir dünya bırakabiliriz.
- **Sürdürülebilir kalkınmayı sağlamanın yolları:**
  - Enerji tasarrufu yapmak.
  - Geri dönüşümü yaygınlaştırmak.
  - Fabrikaların gaz ve atık salınımını sonlandırmak.
  - Temiz enerji kullanımını sağlamak.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK HAREKETİ

A) DEVLET POLİTİKALARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Küresel anlamda kamuoyunun sürdürülebilirlik kavramıyla tanışması Birleşmiş Milletler bünyesinde çalışan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 yılında yayımladığı "Ortak Geleceğimiz" isimli raporu sayesinde oluşmuştur. Devlet bazında sürdürülebilirlik kavramı ise hayatın her alanına pay edilmeli ve uygulanacak stratejiler bu düzeyde belirlenmelidir. Öncelikle hiçbir devlet, dünyadan bağımsız şekilde hareket etmemelidir. Bunun için Birleşmiş Milletler, Avrupa Birliği, NATO gibi kuruluşların devletleri doğru yönlendirmeleri gerekir. Toplu katılım zorunluluğu olan protokollere iştirak edilmemesi ve protokol şartlarına uyulmaması hâlinde uygulanacak yaptırımlar adil ve şeffaf bir şekilde dünya hakları ile paylaşılmalıdır.

B) BİREYSEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Hepimizin hayatı doğal kaynaklara bağlıdır ve bu doğal kaynaklar sonsuz değildir. Bu aşamada sürdürülebilirlik kavramı devreye girer. Sürdürülebilirliği sağlamak doğa ve insan arasındaki dengeyi oluşturmak olduğu için bireysel olarak kişilerin elindedir. Sürdürülebilirlik için neler yapılabilir sorusunu artık dünyadaki herkesin kendine sorması gerektiği bir noktadayız. Bu noktada bireyler olarak yaptığımız tüketimi gözden geçirerek başlamalıyız.

Teknolojimizi, iklimimizi, çevremizi, enerjilerimizi, doğal kaynaklarımızı iyi tanıyıp analiz ederek ve uzun vadeli planlar yaparak, planlı bir şekilde kaynaklar üzerinde yönlendirme yaparak bunu başarabiliriz. Şöyle ki ihtiyacımız olandan fazlasını neden tüketiyoruz sorusuna cevap verebilmeliyiz. Özellikle geri dönüşüm konusunu daha detaylı ele almalıyız ve bu kavramı mümkün oluğu kadar fazla yaymak için çabalamalıyız.

Enerji tüketiminde yapacağımız küçük değişiklikler çok önemli etkilere sebep olabilir. Enerji ve su tüketiminde gereksiz kullanımı azaltmanın etkisi, kalabalık toplumlar için daha önemlidir. Toplumlarda bu durum küçümsenmektedir.

Ebeveynler, çocuklarını küçük yaşlardan itibaren tüketim konusunda bilinçlendirmelidir.

Bireysel ulaşım yerine toplu taşıma araçlarını tercih edilmelidir.

C) ENERJİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR HAYAT ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Sürdürülebilir enerji kavramı; tüm birincil enerji kaynaklarından yapılan enerji üretiminin yüksek verimle ve teknoljilerle gerçekleştirilmesini, fosil yakıtların çevre dostu yeni teknolojilerle değiştirilmesini, fosil kaynakların yerine olabildiğince tükenmez (yenilenebilir) enerji kaynaklarının yerleştirilmesini, bir çevrimde atık biçimde ortaya çıkan enerjinin bir başka çevrimde girdi olarak kullanılmasını kapsayan ve bunu ekonomik büyüme ile bütünleştiren bir kavram olarak tanımlamaktadır.

Enerji, çevre ve sürdürülebilir gelişimin sürekliliğinde aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Enerjinin korunumu (enerjiden etkin bir şekilde faydalanma) ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımı ve özellikle sanayi, ulaştırma ve bina sektörlerinde enerji verimliliği artırılmalıdır.
- Merkezî sistem ısınma ve enerji depolama teknolojileri ve enerji tüketimi ile ilgili belirteçler takip edilmelidir.
- Ulaşım için alternatif enerji kaynaklarının kullanımı ve toplu taşımacılık teşvik edilmelidir.
- Fosil yakıt enerji kaynakları yerine çevre yönünden zararsız yakıtlara dönülmelidir.
- Sera gazı emisyonlarının azaltılması için sektörel önlemlerin ve politikaların değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik “Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı” hazırlanmalıdır.
- Toprakların ve su havzalarının amaç dışı kullanımının engellenmesi, kimyasal gübrelerin ve tarım koruma ilaçlarının kontrollü bir şekilde kullanımı sağlanmalıdır.
- Tarım arazilerinin kentsel ve endüstriyel atıklarla kirlenme olasılıkları değerlendirilmeli, izlenmeli ve giderilmesi sağlanmalıdır.
- Doğal kaynakların (kum, toprak, madenler vs.) sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çerçevesinde değerlendirilmesine özen gösterilmelidir.
- Halkın yaşam tarzını değiştirme, enerji kullanımı ve çevresel olaylarla ilgili bilinçlendirici eğitim ve kurslar düzenlenmelidir.

Günümüzde, pek çok ülkede sürdürülebilir kalkınmayı sürdürülebilir enerji yolu ile elde etmeye yönelik ulusal programlar oluşturmaktadır.

POLİMERLER

Geri dönüşüm; yeryüzünde ve yer altında bulunan kaynakların korunması, hızla tüketilmemesi, enerji tasarrufu sağlanması ve atık miktarının azalması açısından son derece önemlidir. Polimer adı verilen kimyasal maddeler ekonomik yöntemlerle üretimi, sürdürülebilir hayatın ve kalkınmanın bir gerekliliği olarak günümüz dünyasının vazgeçilmez malzemeleri olmuştur.

Polimer maddeler, çok sayıda küçük molekülün (monomer) birbirine bağlanmasıyla oluşur. Halk arasında plastik madde olarak da adlandırılır.

Nişasta, protein, DNA, selüloz gibi doğal hâlde bulunabilir ya da PVC, PET, naylon gibi yapay olarak elde edilir.

Polimerler; hafif olmaları, maliyetlerinin düşük olması, dış etkenlere karşı dayanıklı olmaları, kolay şekillendirilebilmeleri gibi olumlu özelliklerinden dolayı günlük hayatta kullanılan birçok araç ve gerecin üretilmesinde kullanılmaktadır.

Polimerlerin Kullanım Alanları

- Tekstil ve giyim sanayisi
- Elektronik sanayisi
- Otomotiv sanayisi
- Sağlık sektörü
- Yapı sektörü
- Yiyecek - içecek endüstrisi
- Fotoğraf ve optik endüstrisi

Polimerlerin Geri Dönüşümü

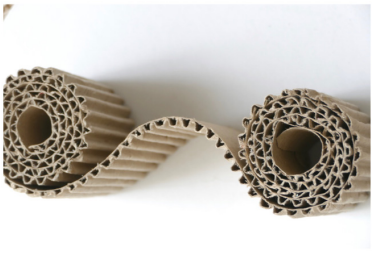
Polimer maddeler kullanımları bakımından her ne kadar olumlu yönlere sahip olsalar da kullanımlarından sonra oluşan atıkları doğada çok uzun süre kaldıklarından dolayı kirliliğe neden olur.

Bu nedenle geri dönüştürülerek polimerlerin tekrar ham madde eldesinde kullanımları hem çevre kirliliğini önlemesi hem de üretim maliyetlerinin düşmesi bakımından çok önemlidir.

KÂĞIT

Kâğıt, bitkisel kaynaklı selülozdan elde edilen önemli bir tüketim malzemesidir. Yoğun olarak ağaçlardan elde edilen kâğıt zamanla ormanların azalmasına neden olmaktadır.

En önemli buluşlardan biri olan ve zamanla insanoğlunun hayatındaki yerini sağlamlaştıran kâğıt, pek çok alanda en çok ihtiyaç duyulan ürünlerden biridir. Eğitim, sağlık, bilgi teknolojisi, iletişim ve sanayi gibi birçok sektörde yoğun olarak kullanılmaktadır. Günümüzde özellikle kâğıt ham maddeleri kaynaklarının yetersizliği, doğal kaynakları koruma ihtiyacı, enerji maliyetlerinin yükselmesi atık kâğıt kullanımını cazip hâle getirmiştir. Atık kâğıt toplanması, kâğıt ve karton ürünlerinin kullanıldıktan sonra geri dönüştürülerek bunlardan ham madde olarak yararlanılması günümüz kâğıt üretim teknolojilerinde mümkün olmaktadır. Böylelikle kullanılmış kâğıtların çöpe atılmasının yarattığı çevre kirliliği ve doğal kaynakların tükenmesi sorunu önlenmektedir.



Gazete ve kitap basımında kullanılan kâğıtlar kültürel kâğıt; sargılık kâğıtlar, temizlik kâğıtları, kraft torba kâğıdı, oluklu mukavva kâğıtları, kartonlar ve ince, özel kâğıtlar endüstriyel kâğıt grubuna girer. Kâğıt tüketiminin en fazla olduğu sektör ambalaj sektörüdür. Ülkemizde en çok oluklu mukavva üretilmektedir.

METAL SEKTÖRÜ

Ekonomik değeri en yüksek geri dönüşüm malzemeleri metaldir. Metallerin kullanım alanları oldukça yaygındır. Hayatın hemen her alanında farklı metallerin kendilerine has özelliklerinden yararlanılarak bir çok tüketim malzemesi ve araç gereçler üretilmektedir. Metal sektörü, hayatın devamlılığı ve ülke ekonomisi için büyük öneme sahiptir.

Metallerin üretim süreci oldukça zorlu ve maliyetlidir. Ayrıca üretim sırasında kullanılan birçok kimyasal büyük çapta çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Ancak metallerin geri dönüştürülebilir nitelikte olması, üretim için gerekli maliyetlerin ve çevre kirliliğinin azalması için kullanılabilir bir özelliktir.

Aynı zamanda birçok ağır metal atıkları çevre kirliliğine neden olmakla birlikte canlı sağlığı açısından da tehlike oluşturmaktadır.

Bu nedenle metal atıkları ayrıştırılarak toplanmakta ve geri dönüşümleri sağlanmaktadır.

Ülkemizde metal üretimi için gerekli olan ham maddeler bulunmakla beraber kalite ve kullanılabilirlik açısından yeterli değildir. Bu nedenle yurt içinde kullanılan demir-çeliğin yaklaşık yarısı ithal edilmektedir.

DİKKAT

Metallerin geri dönüştürülmesiyle dışa bağımlılığı azaltıp ülke ekonomisine olumlu katkılar sağlamak mümkündür. Geri dönüşümle kazanılan metallerden eşya üretimi işlem sayısını azaltacağından enerji tasarrufu da sağlayacaktır.

II. NANOTEKNOLOJİ

- Atomların ve moleküllerin en küçük birimlerini ifade etmek ve maddeyi atomik boyutu ile kontrol etmek amacıyla kullanılır.
- Nanoteknoloji; nano ölçekteki yapıların ve bileşenlerin yardımıyla yeni malzemeler üretilmesini, tasarımını, kontrollünü sağlamaktadır.
- Bir maddenin atomu hareket ettirilerek birçok maddenin oluşumu sağlanacaktır.
- Nanoteknoloji uzmanlarının amaçları; “özgünlük”, “yenilik” ve “maddenin temelinden kazanılan en iyi özellikleri” sunmaktır.
- Nanoteknolojinin gelişimiyle birlikte;
  - fizik,
  - biyoloji,
  - matematik,
  - kimya,
  - bilgisayar,
  - tıp ve sağlık,
  - savunma,
  - malzeme bilimi

  alanlarında çarpıcı gelişmelere imkân sağlanmıştır.

- Nanoteknoloji sayesinde paslanmayan araçlar hatta kendi kendini temizleyen giysiler üretilebilecek, su kaynakları nanoteknolojiyle kendini yenileyebilecek, hastalıklar tek bir ilaçla tedavi edilebilecektir.
- Nanoteknoloji hızla gelişmekte ve etkinliği artmaktadır. Ancak faydalarının yanında olumsuz etkileri de gündeme gelmektedir. Ultra küçük zerreler insanların akciğerlerinde tahribata yol açabilmekte mikroskobik olduğu için deri yoluyla vücuda ve hücreye zarar verebilmektedir.

Nanoteknolojinin Faydaları

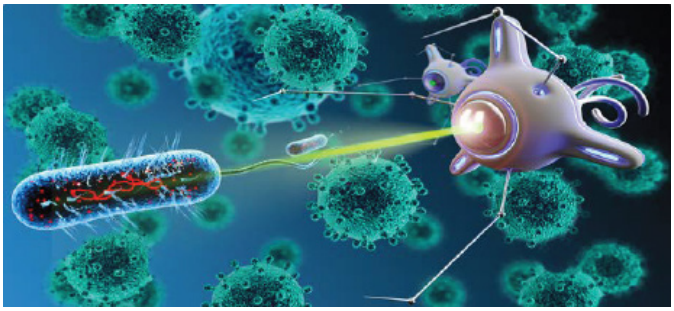
Daha az maliyet ve daha fazla üretim sağlanabilir. Yaşam kalitesinin artmasında önemli bir etkendir. Zaman ve maliyet en az seviyelere düşebilir. Günümüzde kullanılan mühendislik malzemelerinin en küçük tane boyutu mikrometreden büyüktür. Nano malzemeler, üstün özelliklerini mikrometreden çok daha küçük boyuttaki yapılarına borçludur. Son dönemde bu alanda yapılan çalışmalar nano boyutlu malzeme, aygıt ve sistemlerin üretimi üzerine yoğunlaşmıştır.

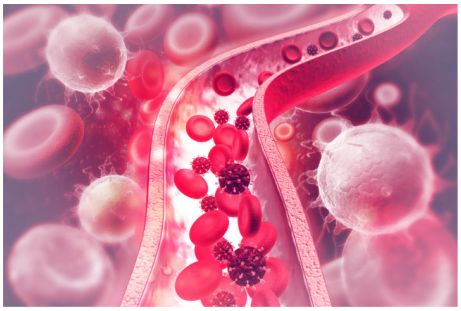
Nanoteknolojinin Kullanım Alanları

- Lens ve kamera üretimi,
- Nanoteknolojik pil,
- Geçirimli elektron mikroskobu,
- 500 GB'lik MP3 player,
- DVD'ler,
- Nanoteknolojik varis çorabı,
- Termoelektrik üreten kaplamalar,
- Kendi kendini temizleyen kıyafetler,
- Arabalar için sileceksiz cam vb.

DİKKAT

Nanoteknolojinin malzeme üretiminden elektronik, manyetik, optik, mekanik ve biyomedikal amaçlı işlemlere kadar geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır.





PÜF NOKTA

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

- "Sürdürülebilirlik, farkındalıktır. Hem toplumsal hem de bireysel bir hedeftir." Tüm dünyanın ortak problemi, yerleşme ve tüketme alışkanlıklarından kaynaklı sorunlardır. Küresel ısınma, yok olan yaşam alanları, çevre kirliliği ve sağlıksız toplumlar günümüz sorunlarının başlıcalarıdır. Bu sorunların en önemli sebepleri, insan aktiviteleri ve kentleşmedir. En uygun ve kalıcı çözüm ise sürekli genişleyen kentleşmeyi doğaya daha uyumlu hâle getirmektir. İnsanların sadece kent yaşamıyla değil tüketim alışkanlıklarıyla da çevreye olumsuz etkileri sürekli artmaktadır.
- Sürdürülebilirlik, bir sistemin kendini devam ettirmek için uzun vadeli yeniden üretimi olarak da tanımlanabilir.
- Enerji elde edilirken salınan gazlar, atık kâğıtlar, polimer ürünler ve metal atıkları sürdürülebilirliğe olumsuz etki yapmaktadır.

NANOTEKNOLOJİ

- 1991 yılında karbon elementinin tüp şeklinde yapılar oluşturabileceğinin keşfedilmesi ile kimyanın "**fulleren bileşikleri**" adı altında yeni bir alanı ortaya çıkmıştır.
- Karbonun grafit allotropundan özel yöntemlerle elde edilen bu tüpler, nanometre boyutunda oldukları için nanotüp olarak adlandırılmıştır.
- Karbon nanotüpler nanometre boyutundaki (1 nm = 10^{-9} m) yapılardır.
- Nanoteknoloji; çağımıza yön veren bilgi teknolojileri, iletişim teknolojileri ve bilgi teknolojileri ve biyoteknolojilerle birlikte gelişmektedir.
- Elektronik ve yarı iletken teknolojileri, biyosensörler, nano boyutta boyama, mikro cerrahi ve nano robotlar, kendi kendini temizleyen boyalar, su geçirmez ve buruşmaz kumaşlar nanoteknoloji sayesinde üretilmektedir.

Nanoteknolojiyle yapılabileceklerden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Mikroskobik boyutlarda bilgisayarlar üretilebilir.
- İnsan beyninin kapasitesi ek nano hafızalarla güçlendirilebilir.
- Birim ağırlık başına şu ankinden 50 kat daha hafif ve çok daha dayanıklı malzemeler üretilebilir.
- Günlük yaşamda kullanılacak yanmaz, leke tutmaz tekstil ürünleri üretilebilir.
- Yeni roket ve uçak tasarımlarının ortaya çıkması mümkün olur.
- Bir milyon sinema filmi alabilen CD ve DVD'ler üretilebilir.
- İnsan vücudundaki hastalıklı dokuyu bulup iyileştiren, ameliyat yapan nano robotlar yapılabilir.

MEBİ

mebi.eba.gov.tr